

CLENILSO SEHNEN MOTA

**ECOFISIOLOGIA DE VIDEIRAS 'CABERNET SAUVIGNON' EM
SISTEMA DE CULTIVO PROTEGIDO**

LAGES – SC

2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO E SANTA CATARINA UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINARIAS CAV
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CLENILSO SEHNEN MOTA

ECOFISIOLOGIA DE VIDEIRAS ‘CABERNET SAUVIGNON’ EM
SISTEMA DE CULTIVO PROTEGIDO

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Ph.D. Cassandro V. T. do Amarante
Co-orientador: Dr. Henrique Pessoa dos Santos

LAGES – SC

2007

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Mota, Clenilso Sehnem
Ecofisiologia de videiras 'Cabernet Sauvignon' em sistema de cultivo
protegido. / Clenilso Sehnem Mota – Lages, 2007.

58 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /
UDESC.

1.Cultivo protegido. 2. Fotossíntese. 3. Crescimento (plantas).
4.Condutância estomática. 6.*Vitis vinifera* L. I.Título.

CDD – 634.8

CLENILSO SEHNEN MOTA
Engenheiro Agrônomo-UDESC/LAGES -CAV

**ECOFISIOLOGIA DE VIDEIRAS ‘CABERNET SAUVIGNON’ EM
SISTEMA DE CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em: 16/02/2007
Pela banca examinadora

Homologado em:
Por

PhD. Cassandro Vidal T. do Amarante
Orientador – UDESC/Lages-SC

PhD. Ricardo Trezzi Casa
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em
Produção Vegetal

Dr. Henrique Pessoa dos Santos
Co-orientador EMBRAPA/CNPV

Dr. Osmar Klauberg Filho
Coordenador do Programa de Mestrado em
Agronomia

Dr. Jackson Adriano Albuquerque
UDESC/Lages-SC

Dr. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/Lages-SC

Dr. Cristiano André Steffens
UDESC/Lages-SC

Lages, Santa Catarina
16 de Fevereiro de 2007

AGRADECIMENTOS

Ao ser Maior pelo presente a mim concedido, o qual estará comigo em quanto existir um fragmento de meu código genético.

Aos familiares pelo apoio a mim concedido.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos professores e orientadores pela ajuda e conhecimento.

A Embrapa Uva e Vinho pela oportunidade de ser “estagiário”.

Aos acadêmicos que colaboraram nas avaliações.

Ao “Ph.D.” (Doutor), pelo dia sem almoço, e que estagiário é estagiário e não pessoa.

A todos esses eu deixo meu agradecimento.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| LISTA DE TABELAS | 7 |
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 10 |
| RESUMO GERAL | 11 |
| ABSTRACT | 13 |
| INTRODUÇÃO GERAL | 15 |
| REFERÊNCIAS | 17 |
| | |
| CAPITULO 1 – COMPORTAMENTO FENOLÓGICO, VEGETATIVO E PRODUTIVO EM VIDEIRA ‘CABERNET SAUVIGNON’ CULTIVADA SOB COBERTURA PLÁSTICA | 20 |
| Resumo | 21 |
| Abstract | 21 |
| 1.1 – INTRODUÇÃO | 22 |
| 1.2 – OBJETIVO | 23 |
| 1.3 – HIPÓTESES | 23 |
| 1.4 – MATERIAL E MÉTODOS | 24 |
| 1.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 1.6 – CONCLUSÕES | 30 |
| 1.7 – REFERÊNCIAS | 31 |
| | |
| CAPITULO 2 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA E FOTOSSÍNTESE POTENCIAL EM VIDEIRAS ‘CABERNET SAUVIGNON’ SOB CULTIVO PROTEGIDO | 38 |
| Resumo | 39 |
| Abstract | 39 |
| 2.1 – INTRODUÇÃO | 40 |
| 2.2 – OBJETIVOS | 41 |
| 2.4 – MATERIAL E MÉTODOS | 41 |
| 2.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO | 44 |
| 2.6 – CONCLUSÕES | 47 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.7 – REFERÊNCIAS..... | 48 |
| 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS | 55 |
| 4 – APÊNDICE | 56 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), número total de gemas, ramos, folhas e cachos por planta, número total de bagas por cacho, largura do dossel vegetativo, área foliar específica (AFEf) e massa foliar seca (MFSf) em folhas de feminelas, em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. 34
- Tabela 1.2 - Diâmetro, comprimento e massa fresca (MF) dos cachos, produção por planta (g planta^{-1}) e por hectare (kg ha^{-1}), relação entre área foliar total e massa de frutos (AFT/MF) e índice de Ravaz, em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. Dados obtidos no momento da colheita (24/03/2006). 34
- Tabela 2.1 – Potencial hídrico foliar de base em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto, quantificado em 22/11/2005, 04/01/2006, 28/01/2006 e 08/3/2006. 50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. 1 - Frequência fenológica, expressa em percentual de ramos por ponto da escala em cada data de avaliação, em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. Nos dias 04-01-2006 e 17-02-2006 a linha pontilhada do ambiente descoberto não aparece porque está sobreposta a linha do ambiente coberto. 35
- Figura 1. 2 - Massa fresca (A) e comprimento médio de entrenós (B) de ramo, e massa seca (C), área (D) e área específica (E) das folhas, e diâmetro (F) e massa fresca de bagas (G) em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. Diferença mínima significativa (DMS) entre tratamentos, para cada data de coleta, indicadas no interior da figura. As médias, em cada data de amostragem, foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A simbologia “*” indica diferença significativa entre tratamentos..... 36
- Figura 1. 3 - Precipitações diárias e mensais (normais e ocorridas; indicadas no interior das figuras) registradas no Centro de Pesquisa em Agroindústria, localizado no município de Caxias do Sul-RS, com latitude 29°07’19”S, longitude 50°59’03”W e altitude de 760m. 37
- Figura 2.1 - Umidade volumétrica do solo (θ), com a capacidade de campo (-0,01MPa) e o ponto de murcha permanente (-1,5MPa) indicados por traços e valores entre parêntesis (gráficos à esquerda) e curvas de retenção de água do solo (gráficos à direita), nas camadas de 0-10cm (A e D), 10-20cm (B e E) e 20-30cm (C e F), em amostras coletadas nos tratamentos com cobertura e sem cobertura plástica. Para dados de umidade volumétrica, barras seguidas da mesma letra, em cada data de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). 51
- Figura 2.2 - Precipitações diárias e mensais (normais e ocorridas; indicadas no interior das figuras) registradas no Centro de Pesquisa em Agroindústria, localizado no município de Caxias do Sul-RS, com latitude 29°07’19”S, longitude 50°59’03”W e altitude de 760m. 52

| | |
|---|----|
| Figura 2.3 - Curva potencial da fotossíntese (A) (A), condutância estomática (g_s) (B) em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto, no dia 30/01/2006, com o incremento na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA). As barras indicam o valor médio ($n=4$) \pm erro padrão. A simbologia “*” indica diferença significativa entre tratamentos, para cada valor de DFFFA, pelo teste de Tukey ($p<0,05$). | 53 |
| Figura 2.4 - Teores de clorofila <i>a</i> (Chl <i>a</i>) (A), <i>b</i> (Chl <i>b</i>) (B), total (Chl total) (C) e relação clorofila <i>a/b</i> (Chl <i>a/b</i>) (D) em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. As barras indicam o valor médio ($n=4$) \pm erro padrão..... | 54 |
| Figura 3.1 - Sistema de condução em forma de ‘Y’ utilizado no trabalho. | 57 |
| Figura 3.2 - Detalhe do tipo de plástico utilizado para a cobertura. | 58 |
| Figura 3.3 - Detalhe da acomodação da cobertura plástica sobre a estrutura do sistema em ‘Y’. | 59 |

LISTA DE ABREVIATURAS

A = Taxa de assimilação de CO_2 ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

A_{Max} = Fotossíntese máxima ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

C1 = Camada do solo na profundidade de 0-10cm.

C2 = Camada do solo na profundidade de 10-20cm.

C3 = Camada do solo na profundidade de 20-30cm.

Chl a = Clorofila a (mg g^{-1}).

Chl b = Clorofila b (mg g^{-1}).

Chl *total* = Clorofila *total* (mg g^{-1}).

Chl a/b = Relação clorofila a/b (mg g^{-1}).

Data D_1 = Dia 22/11/2005.

Data D_2 = Dia 04/01/2006.

Data D_3 = Dia 28/01/2006.

Data D_4 = Dia 08/03/2006.

DFFFA = Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos ($\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

g_s = Condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

PMP = Ponto de murcha permanente (-1,5MPa).

R_e = Respiração no escuro ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

RFA = Radiação fotossinteticamente ativa, 400-700nm ($\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

θ = Umidade volumétrica do solo ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$).

Φ_a = Eficiência quântica aparente ($\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol fótons}$).

Γ = Ponto de compensação fotossintética ($\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Ψ_{foliar} = Potencial hídrico foliar (MPa).

Ψ_{solo} = Potencial hídrico do solo (MPa).

RESUMO GERAL

A Serra Gaúcha é uma região que apresenta tradição no cultivo da videira no Brasil. Todavia, possui elevado índice pluviométrico e alta umidade relativa do ar, principalmente na época de colheita, exigindo um rigoroso controle fitossanitário, o que eleva o custo de produção. Em muitos anos as safras são antecipadas, com o intuito de evitar perdas por podridões favorecidas pela precipitação, comprometendo assim a qualidade final da uva tanto para consumo *in natura* como para processamento. A cobertura plástica translúcida e impermeável (CPTI) surge como uma alternativa para o controle das adversidades climáticas e diminuição do uso de agrotóxicos, melhorando assim a qualidade da uva para a vinificação. Devido as suas características ópticas e de impermeabilidade à água, a CPTI altera as condições microclimáticas, como a redução da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e da disponibilidade hídrica, podendo ainda elevar a temperatura do ar sob a cobertura plástica. O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos de uma CPTI sobre o crescimento vegetativo, produção, disponibilidade hídrica, teores foliares de clorofilas e trocas gasosas em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.). As plantas com cinco anos de idade foram conduzidas em sistema ‘Y’, sobre porta-enxerto Paulsen 1103. O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso, tendo como tratamentos a presença e a ausência da CPTI, com quatro repetições de 15 plantas (unidade experimental). As alterações microclimáticas impostas pela CPTI não alteraram o comportamento fenológico da videira. As plantas, sob CPTI, mostraram-se com menor número total de folhas por planta, maior comprimento e massa fresca de ramos e massa seca foliar em comparação às plantas descobertas. O peso e o diâmetro de bagas foram superiores nas videiras cobertas apenas no início do ciclo e não diferiram próximo da colheita. A disponibilidade hídrica do solo nas camadas superficiais, obtida através da umidade volumétrica, foi menor no solo com o uso da CPTI, mas isto não alterou o potencial hídrico foliar de base e a fotossíntese potencial na comparação com a área sem CPTI. As plantas cobertas apresentaram maiores valores absolutos de teores foliares de clorofilas e de condutância estomática em relação às plantas sem cobertura. A CPTI reduziu a

RFA e a disponibilidade hídrica nas camadas superficiais do solo, sem, no entanto, comprometer a produção, o potencial hídrico foliar de base e a assimilação foliar de CO₂.

Palavras chaves: *Vitis vinifera* L., cultivo protegido, crescimento vegetativo, produção de frutos, déficit hídrico, condutância estomática, fotossíntese.

ABSTRACT

The 'Serra Gaúcha' in the state of Rio Grande do Sul is a traditional region for grapevine cultivation in Brazil. However, this location has a high pluviometric precipitation and a high relative humidity, mainly at the harvesting period, demanding an intensive treatment of grapevines with agrochemicals. This increases substantially the production costs. Therefore, grapes are normally harvested in advance to avoid losses by rots at the rainy periods, but this affects grapes quality for *in natura* consumption and processing. The impermeable translucent plastic cover (ITPC) represents an opportunity to protect the plants from adverse climatic conditions and to reduce agrochemical treatments, therefore improving the grapes quality for vinification. As a result of its optical and water proof properties, the ITPC change the microclimatic conditions, with the reduction of photosynthetically active radiation (FAR) and water availability, besides of increasing air temperature under the cover. This research was carried out to study the impacts of an ITPC on vegetative growth, yield, water availability, leaf chlorophyll content, and gas exchange of grapes 'Cabernet Sauvignon' (*Vitis vinifera* L.). Five years old grapevines grafted on Paulsen 1103 rootstock were raised as 'Y' training. The experiment followed a casualized block design, with two treatments (covered and uncovered grapevines) and four replications of 15 plants. The microclimatic condition imposed by the ITPC did not change the grapevines phenology. The grapevines under the ITPC had lower number of leaves per plant, higher length and fresh mass of shoots, and higher leaf dry mass than the uncovered grapevines. Grapes weight and diameter were higher for covered grapevines only at the early developmental stages but they did not differ from uncovered grapevines at the harvest. The water availability at the superficial soil layers was lower for plants covered with the ITPC, but this did not affected the leaves basal water potential and potential photosynthesis in comparison to the uncovered grapevines. Covered grapevines had higher leaf absolute chlorophyll content and higher stomatal conductance than

uncovered grapevines. The ITPC reduced the PAR and the water availability at the superficial soil layers, but this did not affect yield and leaves basal water potential and CO₂ net assimilation.

Key words: *Vitis vinifera* L., protected cultivation, vegetative growth, fruit yield, water deficit, stomatal conductance, photosynthesis.

INTRODUÇÃO GERAL

A videira (*Vitis vinifera* L.) é cultivada em quase todas as partes do mundo, exceto em alguns locais que não oferecem um mínimo de condições climáticas satisfatórias para seu desenvolvimento, como por exemplo, frio excessivo, excesso de precipitação, baixa insolação, entre outros. No Brasil, a videira é cultivada desde o extremo sul até o nordeste, em regiões anteriormente consideradas inaptas. O clima condiciona vários aspectos do cultivo da uva, tanto para mesa como para vinho, sendo fator preponderante na duração do ciclo, na qualidade do produto, na fitossanidade e na produtividade da videira (Sentelhas & Perreira, 1998). Galet (1983), avaliando as possibilidades de cultivo da videira em diferentes regiões ecológicas, afirmou que o clima do tipo mediterrâneo, caracterizado pelo verão seco e inverno chuvoso, que ocorre entre os paralelos 30-39°N e 30-44°S, apresenta as melhores condições para o desenvolvimento da videira, motivo ao qual a maior proporção de vinhedos no mundo são encontrados nesses locais.

O Rio Grande do Sul foi identificado como o estado brasileiro com o melhor conjunto de condições climáticas para a produção de vinhos finos a partir de variedades de *Vitis vinifera* L. Neste estado, a região da serra gaúcha, principal região vitivinícola, possui um clima úmido, temperado quente, de noites temperadas, e com boa disponibilidade heliotérmica, o que possibilita o cultivo de variedades precoces e tardias. É sabido que tais condições climáticas apresentam restrições do ponto de vista do controle fitossanitário ou no tocante ao nível de maturação das uvas (Embrapa, 2007).

As chuvas frequentes e intensas na serra gaúcha favorecem a ocorrência de doenças fúngicas em folhas e frutos, exigindo assim um elevado número de pulverizações para o seu controle. Além disso, as chuvas de verão, de origem convectiva, quando acompanhadas de granizo, trazem grandes prejuízos a videira, danificando as folhas e os frutos, havendo muitas

vezes a necessidade do uso de cobertura com telado para proteção das plantas (EMBRAPA, 2007; Pedro Junior & Sentelhas, 2003). Jackson & Lombard (1993) citam que a ocorrência de chuva, associada à elevada umidade do ar, predispõe as bagas de uva a rachaduras na casca, ataque por *Botrytis* e de outras doenças fúngicas, ocasionando assim redução na qualidade do mosto e dificuldades na vinificação. O excesso de chuvas também atrasa a maturação, aumenta a produção pelo aumento do tamanho (conteúdo de água) das bagas, eleva o pH e o conteúdo de ácidos do suco, e reduz o conteúdo de antocianinas devido ao sombreamento pelo crescimento excessivo dos brotos (Smart & Coombe, 1983). Em Bento Gonçalves-RS, uma das regiões mais tradicionais e importantes na elaboração de vinhos do Brasil, a precipitação anual chega a mais de 1.500 mm por ano, coincidindo o maior volume de chuva no verão, época em que a videira se encontra em estágio vegetativo (Mandelli, 1984).

Visando controlar as adversidades climáticas (chuva, geadas, ventos, granizo, insolação excessiva e frio intenso), que impossibilitam a agricultura em muitos locais do mundo, teve início em 1951, no Japão, o emprego de filme plástico de policloreto de vinila (PVC) no cultivo protegido de plantas (Sganzerla, 1997). Mais tarde, em 1958 na França, teve início testes com filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) para este fim, que adquiriu importância e vem sendo utilizado em todo o mundo sob a denominação genérica de “plasticultura” (Sganzerla, 1997). Esta técnica continua em constante aperfeiçoamento, permitindo assim atividade agrícola em locais muitas vezes impróprios para este fim.

A cobertura plástica pode ser empregada com sucesso em regiões com alto índice de precipitação, que se tornam prejudiciais para a cultura de interesse (Sganzerla, 1997). Devido as suas características impermeáveis, a cobertura plástica reduz a precipitação de chuva sobre o dossel vegetativo, evitando a presença de água livre sobre as folhas (Antonacci, 2005), e a ocorrência de doenças (Kuhn, 2003). No entanto, reduz a radiação global, conforme foi verificado por Frisina (2002) em pimentão. Trabalhando com uva de mesa, Rana et al. (2004) observaram redução na radiação global e na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de 14 e 32%, respectivamente, sob plástico transparente de 200µm de espessura.

Cabe ressaltar que a utilização da cobertura plástica é um investimento de alto custo podendo atingir até R\$ 24.000,00 por hectare coberto. Mas segundo Santos et al. (2006), videiras com cobertura plástica necessitaram de apenas duas aplicações de fungicidas para controle de oídio, contra 17 aplicações na área descoberta para controle de doenças fúngicas. Ainda segundo Santos et al. (2006), o custo de produtos fitossanitários para controle de doenças fúngicas foi de R\$ 24,76 e R\$ 2.060,89 por hectare na área coberta e descoberta, respectivamente, representando, portanto, uma redução de 98,8%. Deve-se levar em conta que

o custo com fungicidas na área descoberta corresponde em média, a apenas 10% do custo da instalação da cobertura plástica e que a vida útil do plástico é de quatro anos. A ocorrência de granizo pode causar perda total e, dessa forma, o custo com a implantação da cobertura plástica se pagaria em apenas um ano. Por esses e outros tantos motivos, produtores estão cobrindo seus vinhedos, principalmente os de uvas finas de mesa, mesmo sem um subsídio técnico-científico sobre o manejo a ser implantado sob a cobertura plástica. Mais recentemente alguns produtores estão cobrindo também vinhedos de uva tinta para produção de vinho fino, devido a importância deste no comércio varejista.

O uso da cobertura plástica pode satisfazer em parte essas exigências, pois além de reduzir a utilização de produtos para controle de doenças foliares, pode ainda agregar mais valor aos produtos produzidos, que podem ser vendidos como produtos orgânicos. Nos últimos anos os consumidores de todo o mundo têm buscado consumir alimentos mais saudáveis, ou seja, provenientes de sistemas de cultivo que envolvam menor utilização de agro-químicos e de produtos que tragam prejuízos ao meio ambiente e/ou a saúde humana. Por este motivo, pesquisadores, órgãos governamentais e não governamentais, instituições de pesquisa e ensino e profissionais da área agrícola vêm estudando formas para reduzir a utilização de sistemas de produção que causem contaminação química de alimentos e do meio ambiente.

Visando validar o cultivo da videira sob cobertura plástica, foi conduzido o presente trabalho, com o objetivo de se avaliar o comportamento vegetativo e produtivo, disponibilidade hídrica, fotossíntese potencial e teores foliares de clorofilas da videira 'Cabernet Sauvignon' cultivada na região da Serra Gaúcha. Informações como estas são importantes para se determinar a viabilidade de cultivo de videiras para processamento sob cobertura plástica, bem como para definir as necessidades e regras de manejo de plantas nessas condições.

REFERÊNCIAS

ANTONACCI, D. La coltivazione proteta delle uve da tavola. **Le Bulletin de L'OIV**, v.78, n.897-898, p.765-778, 2005.

EMBRAPA. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasVINiferasRegioesClimaTemperado/index.htm>>. Acesso 18 fev. 2007.

FRISINA, V.A. **Modelagem das radiações global, difusa e fotossinteticamente ativa em ambientes protegidos e suas relações com o crescimento e produtividade da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2002. 177p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Paulista, Botucatu, 2002.

GALET, P. **Précis de viticulture**. 4ª ed. Montpellier: Imprimerie Déhan, 1983. 584p.

JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.44, n.4, p. 409-430, 1993.

KUHN, G.B. **Uva para processamento: produção, aspectos técnicos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134p.

MANDELLI, F. **Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera*, L. para a região de Bento Gonçalves, RS**. 1984. 125p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

PEDRO JUNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C. Clima e produção. In: Pommer, C.V. (Org) **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.63-107.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the “overhead” table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, v. 102, p. 105-120, 2004.

SANTOS, H.P.; CHAVARRIA, G.; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. Controle fitossanitário em cultivo protegido de videira: necessidade e impactos econômicos. In CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006, Cabo Frio. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. p.328.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R. **Zonas agroclimáticas de maturação para a produção de uvas de mesa no Estado de São Paulo, Brasil**. In: Reunión Argentina y latinoamericana de agrometeorología, 7/1. Actas., Buenos Aires (Argentina): Asociación Argentina de Agrometeorología, Sección 1: p.17-18, 1998.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos.**
Guaíba-RS: Agropecuária, 1997. 342p.

SMART, R.E.; COOMBE, B.G. Water relation of grapevines. In: Kozlowski, T.T. (Ed.)
Water deficits and plant growth. Vol. VII. New York: Academic press, 1983. p. 137-196.

**CAPITULO 1 – COMPORTAMENTO FENOLÓGICO, VEGETATIVO E
PRODUTIVO EM VIDEIRA ‘CABERNET SAUVIGNON’ CULTIVADA
SOB COBERTURA PLÁSTICA**

**Comportamento fenológico, vegetativo e produtivo em videira ‘Cabernet Sauvignon’
cultivada sob cobertura plástica.**

Resumo - O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos de uma cobertura plástica translúcida e impermeável sobre a fenologia, o crescimento de ramos, folhas, cachos e bagas, e a produção em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.), conduzidas em sistema ‘Y’ sobre porta-enxerto Paulsen 1103 e com idade de 5 anos. O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso tendo como tratamentos a presença (coberto) e a ausência (descoberto) da cobertura plástica, com quatro repetições de 15 plantas (unidade experimental). As alterações microclimáticas impostas pela cobertura plástica não foram expressivas para alterar a fenologia da videira. As plantas cultivadas sob cobertura plástica apresentaram menor número total de folhas por planta e maiores valores de comprimento e massa fresca de ramos e massa seca foliar em comparação às plantas descobertas. O peso e o diâmetro de bagas foram superiores nas videiras cobertas apenas no início do ciclo e não diferiram próximo da colheita. As demais variáveis analisadas não foram afetadas pela cobertura plástica. A cobertura plástica interferiu no crescimento vegetativo das plantas, mas não afetou a produção.

Termos para indexação: *Vitis vinifera* L., cultivo protegido, fenologia, crescimento vegetativo, produção de frutos.

**Phenology, vegetative behavior, and yield of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevine under
overhead plastic covering.**

Abstract - This study was carried out to evaluate the impacts of overhead plastic covering of five years old grapevines (*Vitis vinifera* L.) cv. ‘Cabernet Sauvignon’ with a translucent and water-proof plastic film, with special focus on its effects in the plant phenology and growth of branch, leaves, clusters and berries. Grapevines were conducted under ‘Y’ management system and grafted on Paulsen 1103 rootstocks. The experiment followed a randomized block design, with two treatments (uncovered and covered plants) and four replicates of 15 plants (experimental unit). The micro-environmental changes imposed by the cover did not promote substantial change in the grapevines phenology. The grapevines under the cover had lower

number of leaves per plant and higher values for branches growth (length and fresh mass), leaf fresh mass, and cluster diameter than uncovered grapevines. The berries weight and diameter were superior on grapevines under covering plastic only at earlier stages of fruit growth. However, there was no difference for these attributes between treatments at harvest. The other variables assessed were not affected by the cover. The results show that overhead plastic covering of grapevines can interfere with some growth attributes without affecting yield.

Index terms: *Vitis vinifera* L., protected cultivation, phenology, vegetative growth, fruit yield.

1.1 – INTRODUÇÃO

A serra gaúcha é conhecida pela vitivinicultura, sendo uma das regiões mais tradicionais no cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) no Brasil (Tonietto, 2003). Todavia, possui condições climáticas desfavoráveis como, por exemplo, elevado índice pluviométrico e alta umidade relativa do ar, principalmente na época de colheita (Tonietto, 2003). Sendo assim, a vitivinicultura na região da serra gaúcha somente se torna possível com um rigoroso sistema de controle preventivo e curativo de doenças fúngicas da parte aérea, elevando o custo de produção. Em muitos anos as safras são antecipadas, ocorrendo assim uma colheita fora do ponto ideal de maturação da uva. Essa antecipação tem como intuito evitar perdas por podridões favorecidas pelas chuvas de verão, comprometendo assim a qualidade final da uva tanto para consumo *in natura* como para processamento (Tonietto, 2003). Segundo Smart & Coombe (1983), o excesso de chuvas atrasa a maturação, aumenta a produção pelo aumento do tamanho (conteúdo de água) das bagas e causa ainda um crescimento excessivo dos brotos. Em alguns anos pode ocorrer ainda a formação de granizo, o qual causa ferimentos nas plantas e favorece a infecção por patógenos (Tonietto, 2003; Antonacci, 2005).

O uso de cobertura plástica no cultivo de videiras torna-se uma alternativa que visa proteger as plantas da precipitação pluviométrica e do granizo. Esta técnica encontra-se em expansão no Nordeste do Brasil, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, com áreas atualmente cobertas de aproximadamente 700ha, 80ha e 70ha, respectivamente, sendo usada principalmente em uva fina de mesa. Farias et al. (1993) observaram que a cobertura com filme plástico liso, devido as suas características ópticas, atua como dispersante da radiação solar e aumenta a fração difusa da radiação solar no interior do ambiente protegido. Papadakis

et al. (2000) cita que a radiação difusa pode ter um efeito desejável nos processos fotossintéticos, pois é multi-direcional e penetra melhor através do dossel da cultura, podendo assim compensar em parte a opacidade dos filmes plásticos.

Devido a sua característica impermeável, a cobertura plástica impede a precipitação de chuva sobre a linha de plantio, submetendo as plantas a um estresse hídrico moderado, já que parte da água pode chegar até as raízes por percolação no solo. Em média, a quantidade de precipitação requerida pela videira durante o período vegetativo é de 250-350mm (Tonietto, 2003), mas a planta se adapta bem a precipitações de 200-1000mm (Pommer, 2003). As videiras são consideradas plantas resistentes à seca, já que o seu sistema radicular pode penetrar no solo a grandes profundidades (Pommer, 2003; Tonietto, 2003). Gu et al. (2004) observaram que a restrição hídrica reduz o peso de cacho e de baga assim como o crescimento dos ramos em videiras 'Sauvignon Blanc', mas sem alterar os valores de °Brix e pH do fruto.

O sombreamento ocasionado pela cobertura plástica, pode tanto estimular o crescimento vegetativo de ramos e folhas, como retardar o desenvolvimento do ciclo fenológico das plantas (Taiz & Zeiger, 2004; Lamber et al., 1998). Em contra partida, o estresse hídrico, provocado pela cobertura plástica, tende a ser mais relacionado com a redução do crescimento vegetativo (Gu et al., 2004; Souza, et al., 2005) e com a antecipação da maturação (Smart & Coombe, 1983) e do desenvolvimento do ciclo fenológico. No caso da videira, um estresse hídrico moderado pode ainda adicionar qualidade enológica à uva, pois aumenta os níveis de açúcares nas bagas (Jackson & Lombard, 1993).

1.2 – OBJETIVO

Este trabalho foi conduzido visando avaliar o comportamento vegetativo e produtivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sob cobertura plástica.

1.3 – HIPÓTESES

O uso da cobertura plástica, devido a sombreamento, provoca maior crescimento vegetativo e reduz a produtividade.

1.4 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ciclo de 2005/2006, em uma propriedade particular do distrito de Quarta Léguas, no município de Caxias do Sul-RS, situada a 684m de altitude, latitude 29°13'34"S e longitude 51°06'45"W, com valores médios anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação de 16,9°C, 72,4% e 1.712mm, respectivamente.

Foram utilizadas videiras (*Vitis vinifera* L.) 'Cabernet Sauvignon' com cinco anos de idade sobre porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em sistema "Y" (Figura 3.1), com espaçamento entre plantas de 1,2m e entre linhas de 3m, obtendo-se com isso uma densidade de 2.778 plantas por hectare. O trabalho seguiu o delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições e 15 plantas úteis por repetição. Os tratamentos utilizados foram sem e com cobertura plástica. O material utilizado na cobertura foi lona plástica trançada de polipropileno transparente, impermeabilizada com polietileno de baixa densidade, aditivada com filtro anti-ultravioleta, com 150µm de espessura e 2,65m de largura (Figura 3.2).

No tratamento com cobertura, a lona plástica apresentava 2 safras de uso (as plantas foram cobertas no mês de outubro de 2004). A cobertura plástica foi disposta ao longo da linha de plantio, seguindo a orientação norte-sul, assentada sobre fios metálicos e esses sobre arcos de aço galvanizado, que por sua vez foram fixados sobre a estrutura em concreto, a qual dá sustentação e forma ao sistema de condução em "Y" (Figura 3.3).

A poda foi executada no dia 31/08/2005, e não se fez uso de cianamida hidrogenada para promover brotação. Desde o início da brotação, avaliou-se a fenologia segundo a escala descrita por Lorenz et al. (1995), sendo monitorada uma planta marcada por repetição, em intervalos de aproximadamente 14 dias, durante todo o ciclo vegetativo/produtivo. A fenologia foi expressa em percentual de ramos por ponto da escala em cada data de avaliação. Nesta mesma planta marcada, em cada repetição, avaliou-se o número de folhas por planta, sendo essas divididas em folhas de ramo (broto originário de uma gema formada no ciclo anterior) e folhas de feminela (broto originário de uma gema secundária que vegeta no mesmo ano em que é formada). Além disso, determinou-se o número de ramos e o número de cachos, em duas plantas por repetição. O número de folhas, cachos e ramos foram avaliados no dia 19/01/2006. A contagem do número de bagas por cachos levou em conta as bagas faltantes, sendo esta determinação realizada na data da colheita (24/03/2006).

O crescimento dos ramos foi avaliado quanto à massa e o comprimento de entrenó, em cinco datas (22/11/2005, 05 e 30/01/2006, 09/03/2006 e 06/04/2006) durante o período vegetativo/produtivo. Para isso foram coletadas quatro amostras de ramos por repetição, sendo que cada amostra foi retirada da porção mediana dos ramos e continha quatro gemas (três entrenós). A massa do ramo foi obtida em uma balança analítica e o comprimento de entrenó foi obtido com auxílio de uma régua graduada.

Os atributos foliares foram quantificados através de avaliações de área, área específica e massa seca, utilizando-se amostras de cinco folhas em cada repetição e data de amostragem. A área foliar foi obtida com o auxílio de um medidor de área foliar Li-Cor, modelo LI-3100. A massa seca foliar foi quantificada em balança analítica, após secagem em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar, por 72 horas. A área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) foi calculada pela divisão da área (cm^2) pela massa seca (g) foliar. Os atributos foliares relativos aos ramos foram quantificados em quatro datas (22/11/2005, 05/01/2006, 30/01/2006 e 09/03/2006), e aqueles relativos à feminelas em uma data (19/01/2006).

Dez cachos por repetição foram analisados quanto à massa fresca, diâmetro e comprimento. A massa fresca e o diâmetro de bagas foram avaliados em 20 bagas, amostradas em cada repetição. A massa fresca de cachos e de bagas foi quantificada em uma balança analítica. Nos cachos, o diâmetro e o comprimento foram quantificados com o auxílio de uma régua graduada, enquanto nas bagas, o diâmetro foi quantificado com um paquímetro. As bagas foram analisadas a cada 15 dias no mês de janeiro, e, a partir do mês de fevereiro, a cada 7 dias, até a data de colheita, enquanto que os cachos foram avaliados somente na data da colheita (24/03/2006). Salienta-se que os cachos que foram avaliados não foram submetidos a retiradas de bagas previamente, para as análises descritas acima.

A produção por planta (g planta^{-1}) foi calculada levando em conta a massa fresca dos cachos e o número de cachos por planta. A produção total (kg ha^{-1}) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare e da produção por planta. Além disso, utilizou-se os dados de produção por planta em conjunto com a área foliar total para determinar a área foliar por massa de fruto em cada planta, nas diferentes condições de cultivo.

O índice de Ravaz (g de frutos/g de ramos) foi quantificado segundo metodologia descrita por Čuš (2004), reunindo-se e pesando-se todos os ramos eliminados em cada planta na poda da safra seguinte (21/08/2006), e relacionando-se esse peso com a produção de frutos determinada na data de colheita (24/03/2006).

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acima do dossel e na altura dos cachos foi determinada com um radiômetro portátil Li-Cor, modelo LI-185B. A relação

vermelho:vermelho distante (V:Vd) foi determinada com um espectroradiômetro portátil Li-Cor, modelo LI-1800. As quantificações de RFA e V:Vd foram obtidas em um dia de céu completamente limpo (09/03/2006), às 13:00h.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com o auxílio do programa SAS.

1.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura reduziu em aproximadamente 30% na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre o dossel das plantas (Tabela 1.1), semelhante ao observado por Rana et al. (2004) e possivelmente esteja relacionada às características físicas e químicas dos materiais de cobertura. Além disso, apesar de não avaliado nesse trabalho, estas coberturas plásticas impermeáveis podem elevar temperatura média no dossel vegetativo, como observado por Ferreira et al. (2004b), Papadakas et al. (2000) e Segovia et al. (1997), devido, principalmente, a restrição na velocidade de trocas de camadas de ar aquecido sobre as plantas. As coberturas também atuam como uma barreira física para a água das chuvas, fazendo com que a reposição hídrica fique condicionada principalmente ao suprimento de água dos espaços entre as filas de plantas.

Nestas condições microclimáticas sob as coberturas, as videiras ‘Cabernet Sauvignon’ não apresentaram diferenças significativas na evolução dos estádios fenológicos, ocorrendo apenas uma pequena antecipação na iniciação da maturação em comparação as videiras descobertas (Figura 1.1). Isto pode ser ocasionado pela restrição hídrica (Smart & Coombe, 1983) ou pelo maior acúmulo térmico por unidade de tempo, impostos pelas coberturas. Ferreira et al. (2004a) também não observaram diferenças nos estádios fenológicos quando compararam as plantas cultivadas com e sem cobertura plástica. Esta baixa resposta fenológica das plantas sob as coberturas pode ser uma característica da cultivar, e, portanto, este estudo deve ser conduzido com cultivares de diferentes comprimentos de ciclo produtivo, antes de inferir uma conclusão generalizada. De modo geral, com vistas à qualidade enológica, a antecipação do início da maturação (estádio fenológico 35), promovida pela cobertura poderia ser benéfica, possibilitando maior acúmulo de açúcares, pigmentos e aromas nos frutos.

As plantas cobertas não apresentaram diferença significativa quanto ao número total de ramos e gemas por planta, em comparação às plantas descobertas (Tabela 1.1). Isto mostra que a cobertura não restringiu a superação de dormência de gemas, na ausência de utilização de tratamento químico para este fim. Entretanto, em relação ao número de gemas mantido no momento da poda (Tabela 1.1), o número de ramos brotados em ambos os tratamentos foi muito baixo, atingindo uma proporção média de 61,3%. Esta proporção de brotação salienta que nesta safra havia a necessidade de aplicação de cianamida hidrogenada, porém isso foi omitido para se salientar possíveis efeitos que a cobertura possa proporcionar sobre esse componente de produção.

Os ramos das plantas cobertas se apresentaram com maiores valores de massa fresca (Figura 1.2A) e crescimento longitudinal de entrenós (Figura 1.2B) em relação às plantas descobertas. Comportamento similar foi observado por Zanella et al. (2006), em mudas de maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Estes resultados mostram que as plantas cobertas apresentam tendência ao estiolamento, com maior extensão dos entrenós, em resposta à redução da RFA e modificações na relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) no espectro de radiação. Os valores da relação V:Vd, obtidos a partir da análise espectroradiométrica sobre o dossel vegetativo das plantas cobertas e descobertas, foram de 1,24 e 1,35, respectivamente. De acordo com a literatura, a redução na relação V:Vd, através da percepção pelo complexo fitocromo, promove o estiolamento de tecidos vegetativos (Taiz & Zeiger, 2004).

Nas áreas cobertas as plantas apresentaram uma redução de 32,8% no número total de folhas, em relação às plantas descobertas (Tabela 1.1). Isso pode ser explicado pela redução da largura do dossel (Tabela 1.1), por meio de podas verdes (despontes), com o intuito de manter o dossel sob a cobertura, que apresentava 2,15m de largura. Como os ramos das plantas cobertas apresentaram um maior crescimento (comprimento de entrenós) (Figura 1.2A-B), o número de folhas por unidade de comprimento do ramo foi menor. Portanto, com os pontes nas áreas cobertas, o número de folhas que permaneceu nas plantas foi menor em relação às plantas descobertas. Há de se destacar ainda que houve redução no número de feminelas (ramos laterais) nas plantas cobertas (dados não apresentados), já que o sombreamento favorece a dominância apical (Lambers et al., 1998), reduzindo assim a brotação de gemas laterais. O estresse hídrico em plantas cobertas pode também ter contribuído para a redução no número total de folhas. Gu et al. (2004), trabalhando com diferentes níveis de restrição hídrica, observaram que conforme aumentava o nível de restrição hídrica, as plantas apresentavam menor número de brotações secundárias

(feminelas). Há de se destacar ainda que as condições de estiagem ocorridas na safra 2005/2006, a partir do mês de novembro (Figura 1.3), podem ter reduzido drasticamente o suprimento de água às plantas cobertas, especialmente em resposta a maior taxa evaporativa, ocasionada pela maior temperatura sob a cobertura (Ferreira et al., 2004b). Nestas condições de restrição hídrica, a planta reduz o crescimento vegetativo, reduzindo assim a superfície de perda de água por transpiração (Souza et al., 2005).

Apesar dessas limitações em número de folhas, as plantas das áreas cobertas apresentaram maior área foliar (Figura 1.2C) e massa seca (Figura 1.2D) foliar em comparação às plantas descobertas. A maior expansão da lâmina foliar é normalmente observada em resposta a restrição de radiação (Lambers et al., 1998), ocorrida nas plantas cobertas (Tabela 1.1). Nas plantas cobertas, tanto para a massa seca como para a área foliar, os valores foram cerca de 23 a 34,5% superiores (dependendo da data de coleta) em comparação às plantas descobertas. Como resultado, a área foliar específica foi similar entre os tratamentos (Figura 1.2E).

Ao contrário da tendência observada nas folhas principais, a área foliar específica das feminelas foi menor nas plantas cobertas (Tabela 1.1). Essa diferença de área foliar específica entre folhas principais (ramos) e secundárias (feminelas), pode ser explicada pela diferença de disponibilidade de radiação entre as épocas de crescimento. As folhas principais se desenvolveram em época de maior disponibilidade de radiação (setembro-novembro) em relação àquela das folhas secundárias (outubro-janeiro), e, portanto, a diferença em área foliar específica pode ser explicada pelas condições de radiação que cada grupo de folhas foi submetido.

No aspecto produtivo, observou-se que o número total de cachos por planta e de bagas por cacho (Tabela 1.1) não foi influenciado pelos tratamentos. Portanto, as condições microclimáticas impostas pela cobertura no ciclo anterior (2004/2005) não comprometeram o potencial de diferenciação e, conseqüentemente, a fertilidade de gemas nas videiras. No entanto, Ferreira et al. (2004a) obtiveram um maior número de cachos em plantas descoberta em comparação a plantas cobertas. Contudo, destaca-se que pode haver diferenças de respostas em relação a este trabalho, considerando a espécie (*Vitis labrusca*, cultivar Niágara) e o nível de sombreamento ocasionado pela cobertura, o qual os autores não citam.

De modo geral, não houve diferença entre os tratamentos para os diferentes atributos avaliados nos cachos (Tabela 1.2). Porém, Ferreira et al. (2004a) observaram maiores valores de diâmetro e comprimento longitudinal de cachos em plantas com cobertura plástica em comparação as plantas descobertas. Lulu et al. (2005) observaram menor peso de cacho em

plantas descobertas do que em plantas cobertas, o que, segundo os autores, pode estar relacionado ao maior murchamento e perda de bagas, ocasionado por doenças fúngicas.

O peso de cachos, está diretamente relacionado com o número de bagas por cacho e o peso individual de bagas. No momento da colheita, não houve diferença entre os tratamentos para estes atributos (Tabela 1.1). As condições microclimáticas promovidas pelas coberturas não interferiram no número de bagas, que é definido a partir do potencial de diferenciação de primórdios de inflorescências no ciclo anterior (Pommer, 2003). Entretanto, com valores de RFA quantificada na altura dos cachos de $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Hummell & Ferree (1997) observaram reduções significativas no número de bagas por cacho em comparação a RFA de $225 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, para cultivares híbridas ('Seyval Blanc' e 'De Chaunac'). A RFA obtida na altura dos cachos, nas áreas cobertas e descobertas foram de 202 e $96 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, portanto superiores aos encontrados por Hummell & Ferree (1997). Mesmo assim, deve-se considerar que as repostas em número de bagas podem ser muito variadas entre genótipos.

Nas áreas cobertas houve uma maior taxa de crescimento em diâmetro e massa fresca das bagas quando se observa a evolução dessas características ao longo do ciclo (Figura 1.2F-G). Esta antecipação no crescimento das bagas nas plantas cobertas pode estar atrelada à ativação metabólica promovida pela maior temperatura em ambiente protegido (Ferreira et al., 2004a; Segovia et al., 1997). Entretanto, próximo à colheita não se observou diferenças significativas nas dimensões das bagas entre os tratamentos, ocorrendo apenas oscilações mais acentuadas em diâmetro em decorrência das precipitações nesse período final (Figuras 1.2F-G e 1.3).

A produção de frutos não diferiu entre os tratamentos (Tabela 1.2), correspondendo a valores médios de $2.367 \text{g planta}^{-1}$ e 6.484kg ha^{-1} . Ferreira et al. (2004b), trabalhando com a mesma cultivar e em cultivo protegido, também não obteve diferenças significativas entre áreas cobertas e descobertas, com uma produtividade média semelhante (cerca de 7.000kg ha^{-1}). Na relação do peso de frutos com o peso de ramos que se desenvolveram na safra (índice de Ravaz) também não se observou diferenças entre os tratamentos sem (2,6) e com cobertura (3,3) (Tabela 1.2). O índice de Ravaz ideal varia entre 5 (baixa produção em relação ao crescimento vegetativo, considerado principalmente para as cultivares mais vigorosas) e 10 (alta produção em relação ao crescimento vegetativo, considerado para as cultivares pouco vigorosas) (Smart & Robinson, 1992). Para videiras 'Cabernet Sauvignon' o índice de Ravaz ideal seria entre 4 e 6 (Čuš, 2004). O principal fator que contribuiu para esse resultado foi a

reduzida carga de cachos por planta em decorrência da baixa proporção de brotos, pois no momento da poda foram mantidas, em média, 41,5 gemas por planta e se obteve apenas 22,4 cachos por planta (Tabela 1.1), o que é condizente com o número médio de brotos por planta (26,3). Deste modo, esse comportamento está muito aquém do potencial de produção por gema dessa cultivar e, conforme destacado por Hepner et al. (1995), possivelmente esteja relacionado com a baixa disponibilidade hídrica da safra anterior e/ou com as variações de temperaturas (elevadas) no período hibernar (2004/2005), com a ocorrência de condições climáticas muito distintas das normalmente verificadas na região (Mandelli, 2005). Entretanto, apesar desse comportamento, as condições microclimáticas impostas pelas coberturas não promoveram nenhuma influência sobre o potencial de produção da videira 'Cabernet Sauvignon' (Tabela 1.2).

A relação entre área foliar e massa fresca de fruto não foi influenciada pela cobertura plástica (Tabela 1.2). Deste modo, apesar da restrição em número de folhas (Tabela 1.1), conforme salientado anteriormente, a compensação em expansão de área foliar (Figura 1.2D) foi suficiente para garantir a mesma superfície de síntese de fotoassimilados por unidade de fruto. Contudo, para se ter uma conclusão do equilíbrio entre fonte e dreno, nas condições sob coberturas, serão precisos mais estudos quantificando a existência de incremento do potencial fotossintético por unidade foliar em condições de 30% de restrição de RFA. Geralmente, folhas de sombra tendem a ter um maior investimento no potencial fotossintético por unidade de área, além das modificações de área, devido ao maior investimento em número de cloroplastos e mudanças estruturais dessas organelas que resultam em maior capacidade de aproveitamento da radiação disponível (Lambers et al., 1998).

Podemos observar que as condições microclimáticas das coberturas estimularam o crescimento vegetativo, o que exige um maior cuidado com a poda verde. Este manejo diferenciado, em conjunto com as restrições de radiação e disponibilidade hídrica, não comprometeram o potencial de produção da cultivar Cabernet Sauvignon sob cobertura plástica translúcida e impermeável.

1.6 – CONCLUSÕES

1. As condições microclimáticas impostas pela cobertura plástica não influenciaram a fenologia e a qualidade das gemas vegetativas e reprodutivas;
2. A cobertura plástica promoveu maior crescimento vegetativo nos ramos principais;

3. As dimensões e massa fresca de cachos e bagas, bem como a produtividade, não foram alteradas pela cobertura plástica.

1.7 – REFERÊNCIAS

- ANTONACCI, D. La coltivazione proteta delle uve da tavola. **Le Bulletin de L'OIV**. v.78, p.765-778, 2005.
- ČUŠ, F. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. 'Cabernet Sauvignon'. **Acta Agriculturae Slovenica**, v.83, p.63-71. 2004
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, v.1, p.31-36, 1993.
- FERREIRA, E.A.; REGINA, M.A.; CHAFUN, N.N.J.; ANTINES, L.E.C. Antecipação de safra para videira 'Niágara Rosada' na região sul do estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v.28, p.1221-1227, 2004a.
- FERREIRA, M.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantina**, v.63, p.439-445, 2004b.
- GU, S.; DU, G.; ZOLDOSKE, D.; HAKIM, A.; COCHRAN, R.; FUGELSANG, K.; JORGENSEN, G. Effects of irrigation amount on water relations, vegetative growth, yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines under partial rootzone drying and conventional irrigation in the San Joaquin Valley of California, USA. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.79, p.26-33, 2004.
- HEPNER, Y.; BRAVDO, B.; LOINGER, S.; COHEN, S.; TABACMAN, A. Effect of drip irrigation schedules on growth, yield, composition, and wine quality of 'Cabernet Sauvignon'. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.36, p.77-85, 1985.
- HUMMELL, A.K.; FERREE, D.C. Response of two French hybrid wine-grape cultivars to low light environments. **Fruit Varieties Journal**, v.51, p.101-111, 1997.
- JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.44, p.409-430, 1993.

- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 1998. 540p.
- LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.1, p.100-103, 1995.
- LULU, J.; CASTRO, J.V.; PEDRO JUNIOR, M.J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa ‘Romana’ (A 110) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p.422-425, 2005.
- MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2005 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico 58).
- PAPADAKIS, G.; BRIASSOULIS, D.; MUGNOZZA, G.S.; VOX, G.; FEUILLOLEY, P.; STOFFERS, J. A. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for greenhouse covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.77, p.7-38, 2000.
- POMMER, C.V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p.
- RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the “overhead” table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, v. 102, p.105-120, 2004.
- SEGOVIA, F.O.; ANDRIOLO, J.L.; BURIOL, A.G.; SCHNEIDER, F.M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v.27, p.37-41, 1997.
- SMART, R.E.; COOMBE, B.G. Water relation of grapevines. In: Kozlowski, T.T. (Ed.). **Water deficits and plant growth**. Vol. VII. New York: Academic Press, 1983. p. 137-196.
- SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into wine: handbook for winegrape canopy management**. Adelaide: Winetitles, 1991. 88p.
- SOUZA, C.R.; MAROCO, J.P.; SANTOS, T.P.; RODRIGUES, M.L.; LOPES, C.; PEREIRA, J.S.; CHAVES, M.M. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.106, p.261-274, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p

TONIETTO, J. Clima. In: KUHN, G.B. (Ed.). **Uva para processamento: produção, aspectos técnicos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2003. p.27-33.

ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A.L.S. Formação de mudas de maracujazeiro “Amarelo” sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p.880-884, 2006.

Tabela 1.1 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), número total de gemas, ramos, folhas e cachos por planta, número total de bagas por cacho, largura do dossel vegetativo, área foliar específica (AFEf) e massa foliar seca (MFSf) em folhas de feminelas, em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto.

| Tratamento | RFA (%) | Número por planta | | | | Bagas por cacho | Largura dossel (m) | AFEf (cm ² g ⁻¹) | MFSf (g) |
|---------------|---------|-------------------|-------|--------|--------|-----------------|--------------------|---|----------|
| | | Gemas* | Ramos | Folhas | Cachos | | | | |
| Coberto | 71b | 42,4a | 25,3a | 348,4b | 21,3a | 77,6a | 1,51b | 241a | 0,246a |
| Descoberto | 100a | 40,6a | 27,4a | 518,4a | 23,5a | 75,3a | 1,75a | 258a | 0,205b |
| Probabilidade | <0,001 | 0,474 | 0,333 | <0,001 | 0,447 | 0,552 | <0,001 | 0,061 | 0,025 |
| C.V. (%) | 18,6 | 17,2 | 19,0 | 30,9 | 35,2 | 15,2 | 9,4 | 10,6 | 23,6 |

Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). (*) número de gemas que foram mantidas por planta no momento da poda (31/08/2005).

Tabela 1.2 - Diâmetro, comprimento e massa fresca (MF) dos cachos, produção por planta (g planta⁻¹) e por hectare (kg ha⁻¹), relação entre área foliar total e massa de frutos (AFT/MF) e índice de Ravaz, em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. Dados obtidos no momento da colheita (24/03/2006).

| Tratamento | Cachos | | | Produção | | AFT/MF (m ² kg ⁻¹) | Índice de Ravaz |
|---------------|------------|------------|--------|---------------------------|------------------------|---|-----------------|
| | Diâm. (cm) | Comp. (cm) | MF (g) | (g planta ⁻¹) | (kg ha ⁻¹) | | |
| Coberto | 7,9a | 13,9a | 107,3a | 2218a | 6075a | 3,15a | 3,34a |
| Descoberto | 7,4a | 13,4a | 104,1a | 2516a | 6892a | 3,33a | 2,58a |
| Probabilidade | 0,135 | 0,149 | 0,550 | 0,153 | 0,153 | 0,555 | 0,510 |
| C.V. (%) | 7,98 | 7,3 | 13,8 | 27,4 | 27,4 | 28,8 | 36,1 |

Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

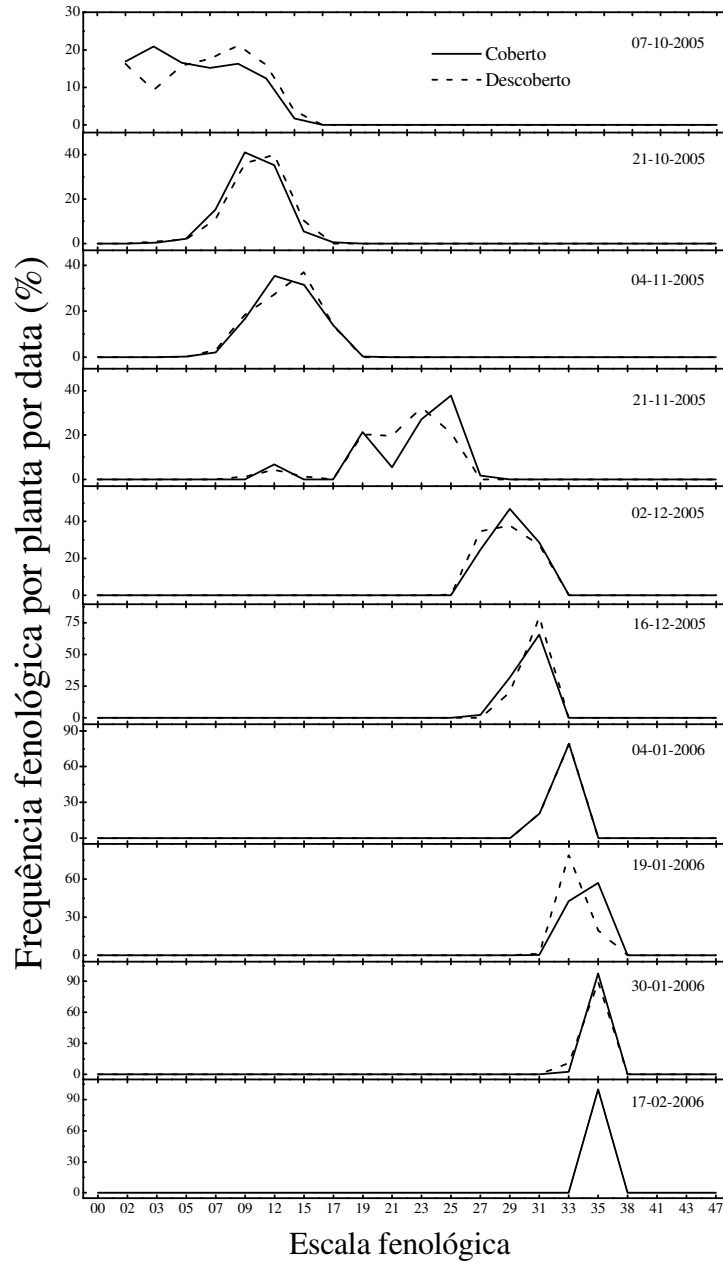


Figura 1.1 - Frequência fenológica, expressa em percentual de ramos por ponto da escala em cada data de avaliação, em videiras 'Cabernet Sauvignon' provenientes de ambientes coberto e descoberto. Nos dias 04-01-2006 e 17-02-2006 a linha pontilhada do ambiente descoberto não aparece porque está sobreposta a linha do ambiente coberto.

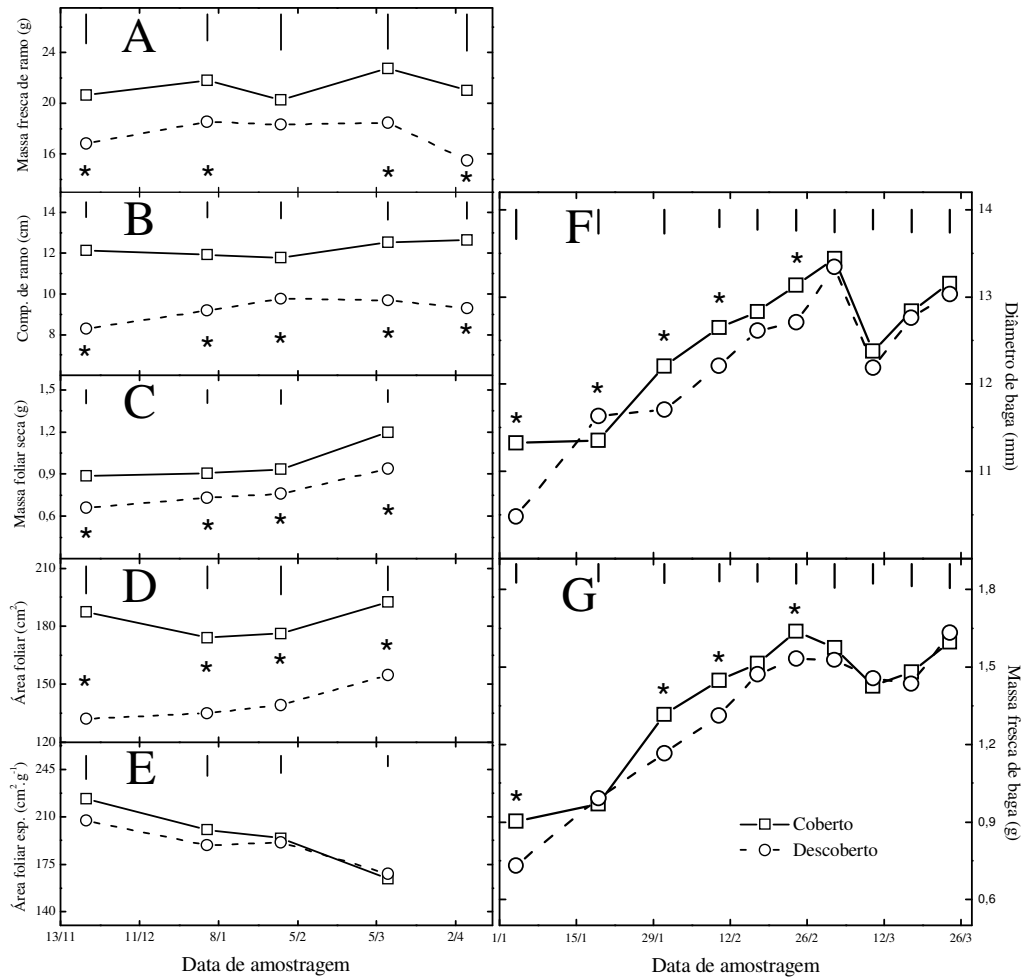


Figura 1. 2 - Massa fresca (A) e comprimento médio de entrenós (B) de ramo, e massa seca (C), área (D) e área específica (E) das folhas, e diâmetro (F) e massa fresca de bagas (G) em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. Diferença mínima significativa (DMS) entre tratamentos, para cada data de coleta, indicadas no interior da figura. As médias, em cada data de amostragem, foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A simbologia “*” indica diferença significativa entre tratamentos.

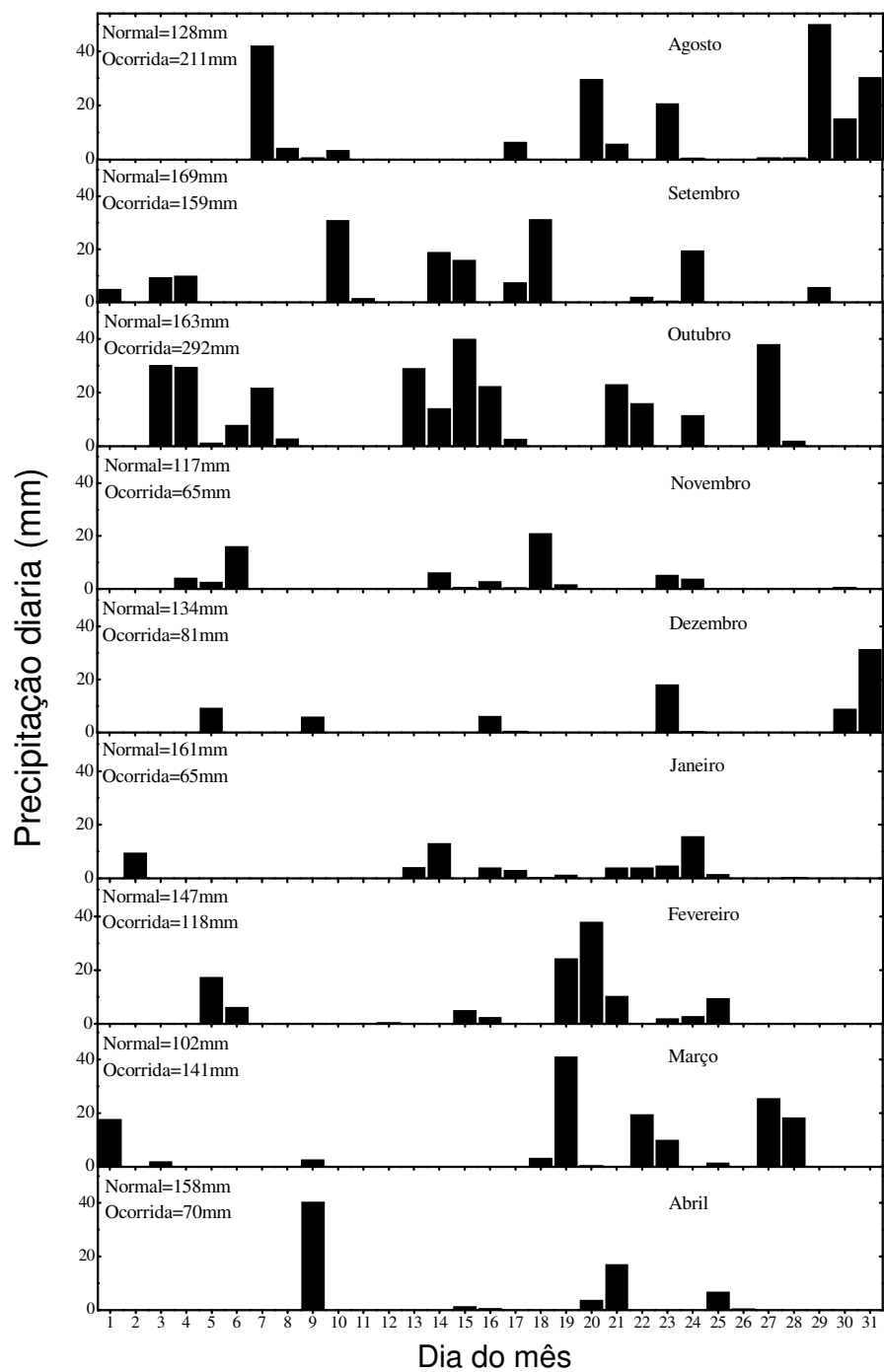


Figura 1. 3 - Precipitações diárias e mensais (normais e ocorridas; indicadas no interior das figuras) registradas no Centro de Pesquisa em Agroindústria, localizado no município de Caxias do Sul-RS, com latitude 29°07' 19''S, longitude 50°59'03''W e altitude de 760m.

**CAPITULO 2 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA E FOTOSSÍNTESE
POTENCIAL EM VIDEIRAS ‘CABERNET SAUVIGNON’ SOB
CULTIVO PROTEGIDO**

Disponibilidade hídrica e fotossíntese potencial em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ sob cultivo protegido

Resumo - O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da cobertura plástica em videiras (*Vitis vinifera* L.) ‘Cabernet Sauvignon’ sobre o potencial hídrico do solo e foliar de base, a fotossíntese potencial e o conteúdo foliar de clorofila. As plantas com cinco anos de idade foram conduzidas em sistema ‘Y’ sobre porta-enxerto Paulsen 1103. O delineamento foi em blocos ao acaso, com dois tratamentos (plantas com e sem cobertura plástica) e quatro repetições. A disponibilidade hídrica do solo, obtida através de valores de umidade volumétrica e potencial hídrico, foi menor no solo com cobertura plástica, principalmente nas camadas superficiais. As plantas cobertas apresentaram maior teor foliar de clorofilas e condutância estomática em relação às plantas descobertas. A curva potencial da fotossíntese e o potencial hídrico foliar de base não foram influenciados pelo uso da cobertura plástica. A cobertura plástica reduziu a disponibilidade hídrica nas camadas superficiais do solo, porém sem comprometer a assimilação foliar de CO₂.

Termos para indexação: *Vitis vinifera* L., plasticultura, potencial hídrico, condutância estomática, fotossíntese, conteúdo foliar de clorofila.

Water availability and potential photosynthesis for grapevine ‘Cabernet Sauvignon’ under plastic covering

Abstract – This study was carried out to evaluate the effect of a overhead plastic covering on soil water potential, leaf basal water potential, potential leaf photosynthesis, and leaf chlorophyll content in grapevines (*Vitis vinifera* L.) ‘Cabernet Sauvignon’. Five years old grapevines were conducted under ‘Y’ management system and grafted on Paulsen 1103 rootstock. The experiment followed a randomized block design, with two treatments (uncovered and covered plants) and four replicates. The soil water availability, obtained through volumetric moisture and water potential measurements, was lower under the plastic covering, mainly on superficial layers. Covered plants had higher values of leaf chlorophyll content and stomatal conductance than uncovered ones. The potential photosynthesis and basal water potential of the leaves were not affected by the covering. The overhead covering

reduced water availability at the superficial soil layers, but this did not affected leaf assimilation of CO₂.

Index terms: *Vitis vinifera* L., plasticulture, water potential, stomatal conductance, photosynthesis, leaf chlorophyll content.

2.1 – INTRODUÇÃO

A serra gaúcha ocupa posição de destaque no cenário nacional no cultivo de videira para produção de vinhos finos (*Vitis vinifera* L.) e vinhos de mesa (*Vitis Labrusca* e híbridos). Entretanto, a ocorrência de chuvas próximo da época de colheita, que ocorre nesta região com frequência, é desfavorável para a qualidade do vinho. Em razão disso, para garantir a colheita da uva para consumo *in natura* ou para produção de suco e vinho, em muitas safras a colheita é antecipada, evitando as podridões favorecidas pela chuva no final do ciclo. Entretanto, esse procedimento compromete a qualidade, pois a uva é colhida antes de atingir o potencial máximo de maturação. Além da ocorrência de chuvas, em alguns anos pode haver formação de granizo nesta região, causando ferimentos e infecção por patógenos, que podem comprometer a totalidade da produção nas plantas (Kuhn, 2003).

A cobertura plástica de videiras é uma alternativa visando protegê-las da precipitação e do granizo. Esta técnica encontra-se em expansão no Nordeste do Brasil, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, com áreas atualmente cobertas de aproximadamente 700, 80 e 70ha, respectivamente, sendo usada principalmente em uva fina de mesa. Devido as suas características impermeáveis, a cobertura plástica impede a precipitação de chuva sobre o dossel vegetativo, evitando a presença de água livre sobre as folhas (Antonacci, 2005) e conseqüentemente, reduzindo a ocorrência de doenças (Kuhn, 2003). Por outro lado, a cobertura plástica reduz a precipitação na linha de plantio e a disponibilidade hídrica, já que parte da água pode chegar até as raízes somente através de percolação e redistribuição no solo. Em videiras sem cobertura, Souza et al. (2005) observaram que a redução do potencial hídrico foliar (Ψ_{foliar}) reduziu a taxa fotossintética. Tanto o hídrico foliar (Ψ_{foliar}) como a transpiração em videiras são reduzidos com a restrição na umidade do solo (Souza et al., 2003; Teszlak, 2005).

O sombreamento reduz a taxa de assimilação de CO₂ e os pontos de compensação e de saturação de luz, principalmente pela limitação de energia química produzida pelos

fotossistemas (Lambers et al., 1998; Taiz & Zeiger, 2004). Como compensação, os tecidos foliares elevam os teores de clorofilas *a*, *b* e *total* (Bertamini & Nedunchezian, 2002) e reduzem a relação clorofila *a/b* (Lambers et al., 1998) em condições de sombra.

2.2 – OBJETIVOS

O presente estudo foi conduzido visando avaliar os efeitos da cobertura plástica na disponibilidade hídrica, fotossíntese potencial e teores foliares de clorofilas em videira ‘Cabernet Sauvignon’ cultivada na região da Serra Gaúcha.

2.3 – HIPÓTESES

A utilização da cobertura plástica reduz à disponibilidade hídrica, e, como consequência, o potencial hídrico foliar e a fotossíntese potencial.

2.4 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ciclo 2005/2006, em uma propriedade particular no distrito Quarta Léguas, no município de Caxias do Sul - RS, situada a 684m de altitude, latitude 29°13’34’’S e longitude 51°06’45’’W, com valores médios anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação de 16,9°C, 72,4% e 1.712mm, respectivamente.

Foram utilizadas videiras (*Vitis vinifera* L.) ‘Cabernet Sauvignon’ com cinco anos de idade, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em sistema “Y” (Figura 3.1), com espaçamento entre plantas de 1,2m e entre linhas de 3m. A poda de produção foi executada no dia 31/08/05 e não se fez uso de cianamida hidrogenada para a superação da dormência. O sistema de poda adotado foi o de poda mista (varas mais esporões). Durante o crescimento vegetativo/produtivo foi feito o desponte de ramos e, 15 dias antes da colheita, a retirada das folhas da região dos cachos.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, dois tratamentos, com e sem cobertura plástica, dispostos em parcelas de 18m linear com 15 plantas. A cobertura foi lona plástica trançada de polipropileno transparente, impermeabilizada com polietileno de baixa densidade, aditivada com filtro anti-ultravioleta, com 150 μ m de espessura e 2,65m de largura (Figura 3.2). No tratamento com cobertura, a lona plástica apresentava duas safras de uso (as plantas foram cobertas no mês de outubro de 2004), sem ter sido retirada da área até o início do experimento. A cobertura plástica foi montada ao longo da linha de plantio com orientação norte-sul e assentada sobre fios metálicos e esses sobre arcos de aço galvanizado, que por sua vez foram fixados sobre a estrutura já existente em concreto, a qual dá sustentação e forma ao sistema de condução em “Y” (Figura 3.3).

Para a determinação da curva característica de retenção de água no solo foram coletas amostras indeformadas de solo nas linhas de plantio, no dia 14/06/2006, nas camadas de 0-10cm (C1), 10-20cm (C2) e 20-30cm (C3), com anéis de 5cm de diâmetro e 2,5cm de altura. Os anéis com solo foram acondicionados em latas de alumínio e vedados, para evitar a perda de água. Em laboratório, o solo foi saturado durante 24 hs para determinar a curva de retenção de umidade no solo, utilizando-se a câmara de Richards nos potenciais de 0,006; 0,01; 0,05; 0,1; 0,3; e 1,5 MPa, segundo metodologia descrita por Klute (1986). Em seguida expressou-se a curva de retenção de água do solo de acordo com os parâmetros da equação de ajuste proposta por van Genuchten (Libardi, 2004). Os pontos da curva foram ajustados utilizando-se o software SWRC (Soil Water Retention Curve Beta 3.0) para ajuste de curvas, que emprega o método iterativo de Newton - Rapshson, estimando os cinco parâmetros θ_s , θ_r , α , m e n independentemente, observando as seguintes condições: $0 < \alpha < 1$, $0 < m < 1$ e $n > 1$, obtendo-se assim uma equação para cada tratamento e camada. Também foi determinada a densidade do solo (g cm^{-3}) nesses mesmos cilindros, através da divisão da massa do solo seco (g) a 105°C pelo volume do solo (cm^3).

A umidade gravimétrica do solo (nas camadas de C1, C2 e C3) foi determinada nos dias 22/11/2005 (data D₁), 04/01/2006 (data D₂), 28/01/2006 (data D₃) e 08/03/2006 (data D₄), com o auxílio de um trado tipo rosca, na linha de plantio. Após coletadas, as amostras foram transferidas para latas de alumínio e vedadas para se evitar a perda de água. O solo foi seco em estufa a 105°C durante 48h para determinar a umidade gravimétrica (g g^{-1}). Para obter a umidade volumétrica (θ , $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), foram multiplicados os valores de densidade e umidade gravimétrica do solo.

O potencial hídrico de base nas folhas (ψ_{foliar}) foi medido em câmara de pressão da empresa PMS Instrument Co. (Corvallis, EUA), modelo 1000, nas mesmas datas de determinação da umidade do solo (datas D₁, D₂, D₃ e D₄), às 5:00h. As avaliações foram efetuadas em folhas opostas ao cacho, em duas folhas por parcela.

Para a quantificação das trocas gasosas foi utilizado um analisador de gás por infravermelho (*IRGA*) portátil, marca Li-Cor, modelo LI-6400, operando em sistema aberto, equipado com fonte de luz modelo LI-6400-02B. Previamente às avaliações, o equipamento foi calibrado retirando-se o CO₂ e o vapor de água do ar circulante no aparelho com óxido de cálcio e drierite, respectivamente. As avaliações foram efetuadas em uma folha por parcela, utilizando sempre uma folha oposta ao cacho, e exposta a radiação solar (não sombreada pelo dossel de folhas).

A curva de resposta de assimilação de CO₂ (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) à densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), ou fotossíntese potencial, foi determinada com o analisador de gás por infravermelho no início da maturação dos frutos (30-01-2006), utilizando valores de 0, 90, 250, 500, 800 e 1500 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Durante esta análise, o mesmo equipamento forneceu a condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foliar.

À curva de resposta de A em função da DFFFA foi ajustada a função hiperbólica $A = a + [(A_{\text{max}} \times \text{DFFFA}) / (b + \text{DFFFA})]$, em que A_{max} é a taxa máxima de fotossíntese e a e b são coeficientes de ajuste da equação. Esta curva de resposta permite calcular a respiração no escuro (coeficiente a da equação) e o ponto de compensação de luz (Γ , correspondente ao valor de DFFFA em que A é igual a zero), e estimar a eficiência quântica aparente (Φ_a ; $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$ fótons). A Φ_a foi estimada ajustando-se uma equação linear na faixa em que a variação de A em função da DFFFA era linear, isto é, $A = c + (\Phi_a \times \text{DFFFA})$, em que c e Φ_a são coeficientes de ajuste. Na função hiperbólica, A_{max} e b correspondem aos valores de V_{max} e K_m (constante de Michaelis-Menten) de ensaio enzimático. Portanto, esta função permite calcular a DFFFA correspondente a metade da A_{max} (coeficiente b da equação), correspondente à eficiência de assimilação de CO₂ com o incremento na DFFFA, refletindo assim a Φ_a .

Para a análise de clorofila foram amostradas duas folhas opostas ao cacho por parcela, nas datas de 22/11/2005, 05 e 30/01/2006 e 09/03/2006. A extração de clorofila foi feita segundo método proposto por Arnon (1949) e descrito por Passos (1996). A leitura foi feita em um espectrofotômetro marca Perkin Elmer®, modelo UV/Vis Lambda Bio, nos comprimentos de onda de 645nm e 663nm. Os conteúdos de clorofilas a , b e *total* foram calculados através das fórmulas:

$$\text{Clorofila } a \text{ (g L}^{-1}\text{)} = (0,0229 \times \text{leitura}_{645}) - (0,00468 \times \text{leitura}_{663})$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (g L}^{-1}\text{)} = (0,0127 \times \text{leitura}_{663}) - (0,00269 \times \text{leitura}_{645})$$

$$\text{Clorofila } total \text{ (g L}^{-1}\text{)} = (0,0202 \times \text{leitura}_{645}) - (0,00802 \times \text{leitura}_{663})$$

Os conteúdos de clorofilas *a*, *b* e *total* foram transformadas para mg g⁻¹ de massa fresca. A relação clorofila *alb* foi determinada pela divisão entre os valores de conteúdos destas clorofilas.

A DFFFA das áreas coberta e descoberta foi determinada com um radiômetro portátil Li-Cor, modelo LI-185B, sobre o dossel das plantas, mas abaixo do plástico nas áreas cobertas, em um dia de céu completamente limpo (09/03/2006), às 13:00h.

Os dados foram submetidos a ajustes de modelos de regressão lineares e não lineares e à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), com o auxílio do programa SAS.

2.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A DFFFA sobre o dossel das plantas cobertas foi reduzida em 30% comparada com a medição realizada acima da cobertura plástica, sendo similar ao valor reportado por Rana et al. (2004) em videiras cobertas com plástico transparente de 200µm de espessura.

A cobertura plástica reduziu a umidade volumétrica do solo (θ) em praticamente todas as datas e camadas avaliadas (Figura 2.1). Na média das quatro datas avaliadas a θ na camada C1 foi de 0,15m³ m⁻³ na área coberta e 0,28m³ m⁻³ na descoberta, teores esses abaixo do PMP nos dois sistemas que foram de 0,295 m³ m⁻³ e 0,319m³ m⁻³ respectivamente (Figura 2.1A e D). Na camada C2 a θ foi de 0,27 m³ m⁻³ e 0,33 m³ m⁻³ na área coberta e descoberta, também abaixo do PMP, respectivamente de 0,363 m³ m⁻³ e 0,369 m³ m⁻³ (Figura 2.1B e E) e na camada C3 a θ foi de 0,30 m³ m⁻³ e 0,34 m³ m⁻³ na área coberta e descoberta, inferiores ao PMP, respectivamente de 0,407 m³ m⁻³ no coberto e 0,352 m³ m⁻³ no descoberto. Na camada C3 a umidade foi superior ao PMP nas datas D₂ e D₄ (Figura 2.1C e F).

A maior diferença na umidade entre a área coberta e descoberta na camada C1 (0,13 m³ m⁻³), comparada a C2 (0,06 m³ m⁻³) e a C3 (0,04 m³ m⁻³) demonstra que na área coberta a água da chuva se redistribui da entrelinha para a linha de plantio, onde há menor precipitação

devido à presença da cobertura plástica, homogeneizando a disponibilidade de água, especialmente nas camadas mais profundas do solo.

A baixa disponibilidade hídrica do solo (DHS) foi resultado da menor precipitação, em relação à média histórica, verificada a partir do mês novembro de 2005 (Figura 2.2). No mês de outubro de 2005 a precipitação correspondeu ao dobro da média histórica para a região o que aumentou o armazenamento de água nas camadas C2 e C3, na primeira avaliação (D_1). Todavia, a precipitação não foi suficiente para manter a umidade com teores próximos entre as áreas coberta e descoberta na C1.

O potencial hídrico do solo (ψ_{solo}) permaneceu abaixo do ponto de murcha permanente, de 1,5MPa (Lambers et al., 1998), tanto na área coberta como na área descoberta, principalmente nas camadas superficiais do solo (Figuras 2.1D-F). As maiores diferenças entre o potencial hídrico do solo e o PMP foram observadas na camada C1 para todas as datas. Em todas as datas esta diferença foi maior no sistema coberto, indicando que as plantas neste sistema estão sujeitas a um maior déficit hídrico.

O potencial hídrico foliar de base não foi influenciado pelo uso da cobertura plástica nas 4 datas analisadas. Ao considerarmos que o potencial hídrico foliar de base deve ser similar ao ψ_{solo} , sendo assim o ψ_{solo} deveria estar entre -0,09 a -0,28MPa em ambos os tratamentos, variando com a data de análise. Estes valores de ψ_{solo} são muito inferiores ao PMP, e não condizendo com os valores obtidos nas três camadas avaliadas (Figuras 2.1). Isto parece indicar que o porta-enxerto utilizado (Paulsen 1103), por apresentar uma boa capacidade de crescimento em profundidade, consegue explorar regiões onde há maior disponibilidade de água, conferindo tolerância a seca (Kuhn, 2003; Carbonneau, 1985). Williams & Smith (1991), trabalhando com os porta-enxertos Aramon Ruestris N°1 (AxR 1), St. George e 5C Teleki, observaram que o sistema radicular dos mesmos ultrapassou a profundidade de 2,4m.

A redução na DFFFA sob a cobertura plástica (30%) não foi suficiente para alterar substancialmente a respiração no escuro (R_e), os pontos de compensação (Γ) e de saturação de luz e os valores de taxa máxima (A_{max}) e de eficiência quântica aparente (Φ_a) da fotossíntese nas folhas das plantas (Figura 2.4).

A R_e (coeficiente a da equação hiperbólica ajustada) nas plantas cobertas e descobertas, foi de $\sim 1,10 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 2.4A). Palliotti et al., (2000) reportam valores de R_e de 2,04 e 1,16 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, para folhas de videiras a pleno sol e sombreadas, respectivamente.

Os valores de Γ nas plantas cobertas e descobertas foram de 16,0 e 15,3 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 2.4A). Para este atributo, Palliotti et al. (2000) reportaram 45 e 40 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para as videiras ‘Cabernet Franc’ e ‘Trebiano Toscano’, respectivamente, enquanto Regina & Carbonneau (1999) encontraram 54,1 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para videiras ‘Cabernet Sauvignon’ mantidas em câmara de crescimento com DFFFA de 900 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As diferenças no Γ reportados por esses autores e os obtidos neste trabalho podem refletir diferenças entre cultivar de videiras, bem como diferenças nas condições climáticas, ambientais e de manejo das plantas.

Plantas cobertas e descobertas tiveram similar A_{Max} , correspondente a 15,2 e 14,1 μmol de $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 2.4A). Isto indica que a redução da DFFFA (30%) pela cobertura plástica, não afetou a fotossíntese máxima. Baeza et al., (2005) trabalhando com diferentes sistemas de condução encontraram A_{Max} de 17,3 μmol de $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, um pouco superior aos observados nesse trabalho. Em ambos os tratamentos houve tendência de saturação da fotossíntese pela luz em valores de DFFFA acima de 800 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 2.4A). Palliotti et al. (2000) encontraram saturação de luz em valores de DFFFA de 698 e 689 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em videiras ‘Cabernet Franc’ e ‘Trebiano Toscano’, respectivamente. Segundo Larcher (2001), em plantas decíduas a saturação de luz ocorre entre valores de DFFFA de 600 e 800 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Acima destes valores, o incremento na fotossíntese é limitado pelas reações de carboxilação (Lambers et al., 1998).

Os coeficientes b (DFFFA correspondente a metade da A_{max}) das equações hiperbólicas ajustadas, em ambos os tratamentos (Figura 2.4A), que refletem a eficiência de assimilação de CO_2 com o incremento na DFFFA, foram similares em plantas cobertas (200,4 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e descobertas (188,9 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Mesmo comportamento foi observado para a Φ_a em plantas cobertas (0,0634 $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$ de fótons) e descobertas (0,0615 $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$ de fótons). Portanto, em ambos os tratamentos, para fixar um μmol de CO_2 é necessário em torno de 16 μmol de fótons. Os valores de Φ_a estão acima do reportado por Palliotti et al. (2000) para folhas a pleno sol e sombreadas, respectivamente de 0,035 e 0,047 $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$ de fótons. Cartechini & Palliotti (1995) encontraram Φ_a de 0,037 $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$ de fótons em videira ‘Sangiovese’.

As plantas cobertas, apesar da limitação hídrica superficial, apresentaram diferença de g_s (Figura 2.4C) em relação às plantas descobertas, em resposta ao incremento na DFFFA. O modelo linear ajustado a g_s em função da DFFFA, indica um maior coeficiente angular nas plantas coberta do que nas plantas descobertas. A g_s foi 49% superior nas plantas cobertas em

comparação às plantas descobertas, na DFFFA de $1.500 \mu\text{mol de f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Isto demonstra que a cobertura n\u00e3o comprometeu a abertura estom\u00e1tica em resposta ao incremento na DFFFA.

Os teores foliares de clorofilas *a*, *b* e *total* foram consistentemente superiores nas plantas sob cobertura pl\u00e1stica em todas as datas de avalia\u00e7\u00e3o, apresentando-se significativamente maiores em rela\u00e7\u00e3o \u00e0s plantas descobertas somente na data D₂ (Figura 2.5). A rela\u00e7\u00e3o Chl *a/b* n\u00e3o foi influenciada pela cobertura pl\u00e1stica (Figura 2.5). Os resultados obtidos confirmam resultados publicados por outros autores. Bertamini & Nedunchezian (2002 e 2004), observaram que a redu\u00e7\u00e3o na DFFFA aumentou os teores de Chl *a*, *b* e *total* e reduziu a rela\u00e7\u00e3o Chl *a/b* em videiras. A redu\u00e7\u00e3o na rela\u00e7\u00e3o Chl *a/b* reflete uma adapta\u00e7\u00e3o das plantas ao sombreamento, pois com o aumento no conte\u00fado de Chl *b* aumenta o n\u00famero de mol\u00e9culas de clorofilas por centro de rea\u00e7\u00e3o, o que amplia a capacidade coletora de radia\u00e7\u00e3o pela folha, especialmente na regi\u00e3o intermedi\u00e1ria do espectro, entre os comprimentos de onda azul e vermelho (Lambers et al., 1998; Taiz & Zeiger, 2004).

Os resultados obtidos demonstram que a cobertura pl\u00e1stica reduziu substancialmente o suprimento de \u00e1gua apenas nas camadas superficiais do solo. Todavia, os valores de potencial h\u00eddrico foliar de base n\u00e3o foram diferentes entre os tratamentos, nas diversas \u00e9pocas de avalia\u00e7\u00e3o, demonstrando o potencial do porta-enxerto Paulsen 1103 em absorver \u00e1gua dispon\u00edvel em maiores profundidades, sem com isso restringir o grau de abertura estom\u00e1tica. Isto permitiu \u00e0s videiras cobertas manter uma eficiente taxa de assimila\u00e7\u00e3o de CO₂ comparativamente \u00e0s videiras n\u00e3o cobertas.

2.6 – CONCLUS\u00d5ES

1. A cobertura pl\u00e1stica reduziu o suprimento de luz \u00e0s videiras;
2. O uso da cobertura pl\u00e1stica reduziu a disponibilidade h\u00eddrica nas camadas superficiais do solo, sem com isso diminuir o potencial h\u00eddrico foliar de base;
3. O menor suprimento de \u00e1gua da chuva e de luz na linha de cultivo \u00e0s plantas cobertas n\u00e3o comprometem o potencial fotossint\u00e9tico foliar das videiras.

2.7 – REFERÊNCIAS

ANTONACCI, D. La coltivazione proteta delle uve da tavola. **Le Bulletin de L'OIV**. v.78, p.765-778, 2005.

BAEZA, P. ; RUIZ, C. ; CUEVAS, E. ; SOTÉS, V. ; LISSARRAGUE, J.R. Ecophysiological and agronomic response of 'Tempranillo' grapevines to four training systems. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, p.129-138, 2005.

BERTAMINI, M.; NEDUNCHEZHIAN, N. Leaf pigments, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase, nitrate reductase and photosynthetic efficiency of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv Pinot noir) grown under different light conditions. **Vitis**, v.41, p.169-175, 2002.

BERTAMINI, M.; NEDUNCHEZHIAN, N. Photosynthetic responses for *Vitis vinifera* plants grown at different photon flux densities under field conditions. **Biologia Plantarum**, v.48, p.149-152, 2004.

CARBONNEAU, A. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.36, p.195-198, 1985.

CARTECHINI, A.; PALLIOTTI, A. Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, p.227-234, 1995.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. 2ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.635-662.

KUHN, G. B. **Uva para processamento: produção, aspectos técnicos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134p.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 1998. 540p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 2001. 513p.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba: O próprio, 2004. 509p.

PALLIOTTI, A.; CARTECHINI, A.; FERRANTI, F. Morpho-anatomical and physiological characteristics of primary and lateral shoot leaves of 'Cabernet Franc' and 'Trebiano

Toscano' grapevines under two irradiance regimes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.51, p.122-130, 2000.

PASSOS, L.P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1996. 223p.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, v.102, p.105-120, 2004.

REGINA, M.A.; CARBONNEAU, A. Trocas gasosas em videira sob regime de estresse hídrico. II. Fotorrespiração e comportamento varietal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.37-48, 1999.

SOUZA, C.R.; MAROCO, J.P.; SANTOS, T.P.; RODRIGUES, M.L.; LOPES, C.; PEREIRA, J.S.; CHAVES, M.M. Partial rootzone drying: regulation of stomatal aperture and carbon assimilation in field-grown grapevines (*Vitis vinifera* cv. Moscatel). **Functional Plant Biology**, v.30, p.653-662, 2003.

SOUZA, C.R.; MAROCO, J.P.; SANTOS, T.P.; RODRIGUES, M.L.; LOPES, C.; PEREIRA, J.S.; CHAVES, M.M. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.106, p.261-274, 2005.

TESZLAK, P.; GAAL, K.; KOZMA jr., P. Preliminary results of investigations into photosynthetic activity and water conditions with the grapevine cultivar 'Zierfandler' (*Vitis vinifera* L.). **Mitteilungen Klosterneiburg**, v.55, p.153-160, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

WILLIAMS, L.E.; SMITH, R.J. The effect of rootstock on the partitioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of "Cabernet Sauvignon" grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.42, p.118-122, 1991.

Tabela 2.3 – Potencial hídrico foliar de base em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto, em diferentes datas de avaliação.

| | Data de avaliação do potencial hídrico foliar de base | | | |
|---------------|---|------------|------------|------------|
| | 22/11/2005 | 04/01/2006 | 28/01/2006 | 08/03/2006 |
| Coberto | -0,10 | -0,10 | -0,26 | -0,22 |
| Descoberto | -0,16 | -0,09 | -0,17 | -0,28 |
| Probabilidade | 0,21 | 0,51 | 0,07 | 0,24 |
| C.V. (%) | 36,7 | 16,5 | 30,5 | 21,7 |

Diferenças não significativas entre valores, nas colunas, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

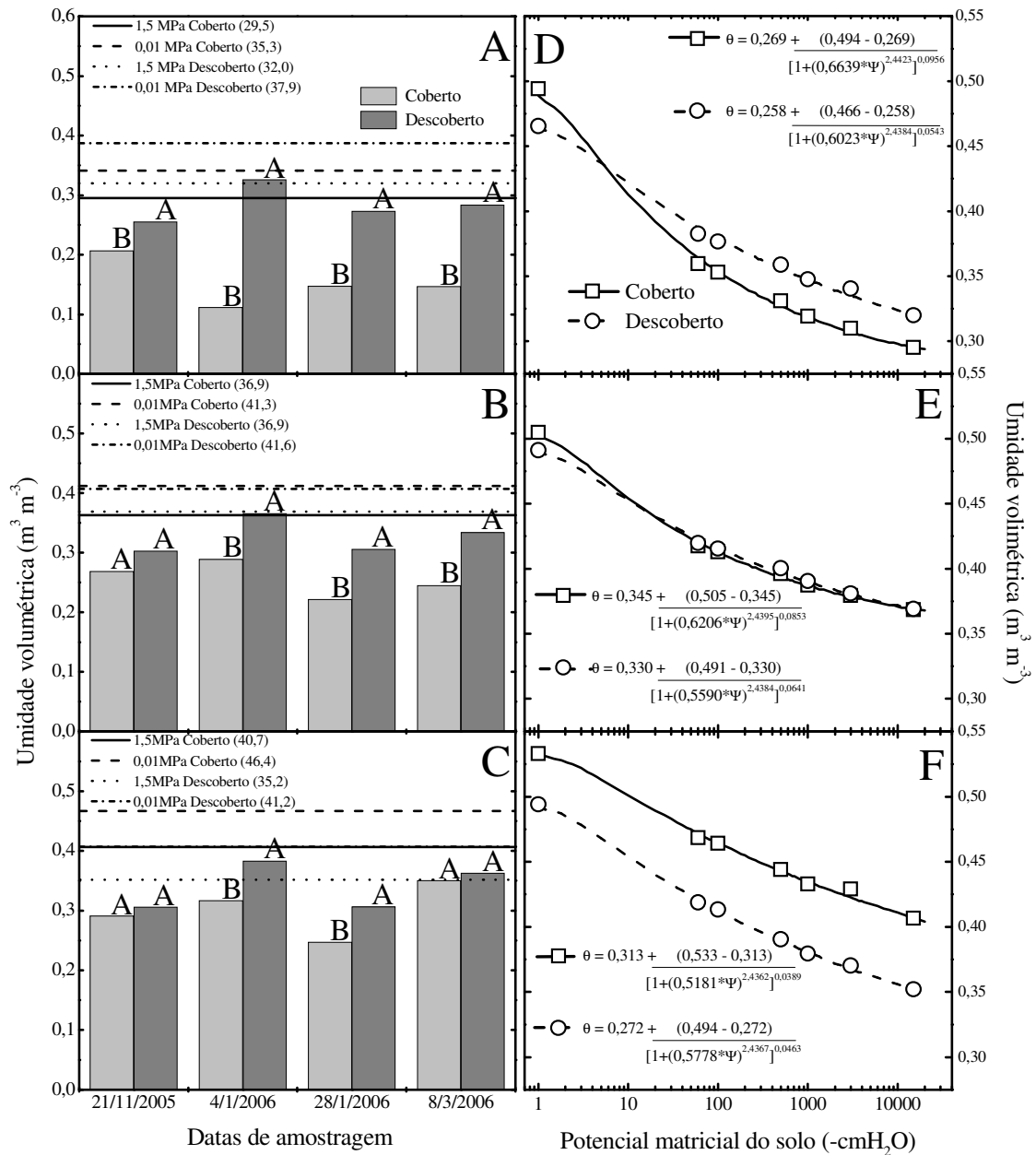


Figura 2.1 - Umidade volumétrica do solo (θ), com a capacidade de campo (-0,01MPa) e o ponto de murcha permanente (-1,5MPa) indicados por traços e valores entre parêntesis (gráficos à esquerda) e curvas de retenção de água do solo (gráficos à direita), nas camadas de 0-10cm (A e D), 10-20cm (B e E) e 20-30cm (C e F), em amostras coletadas nos tratamentos com cobertura e sem cobertura plástica. Para dados de umidade volumétrica, barras seguidas da mesma letra, em cada data de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

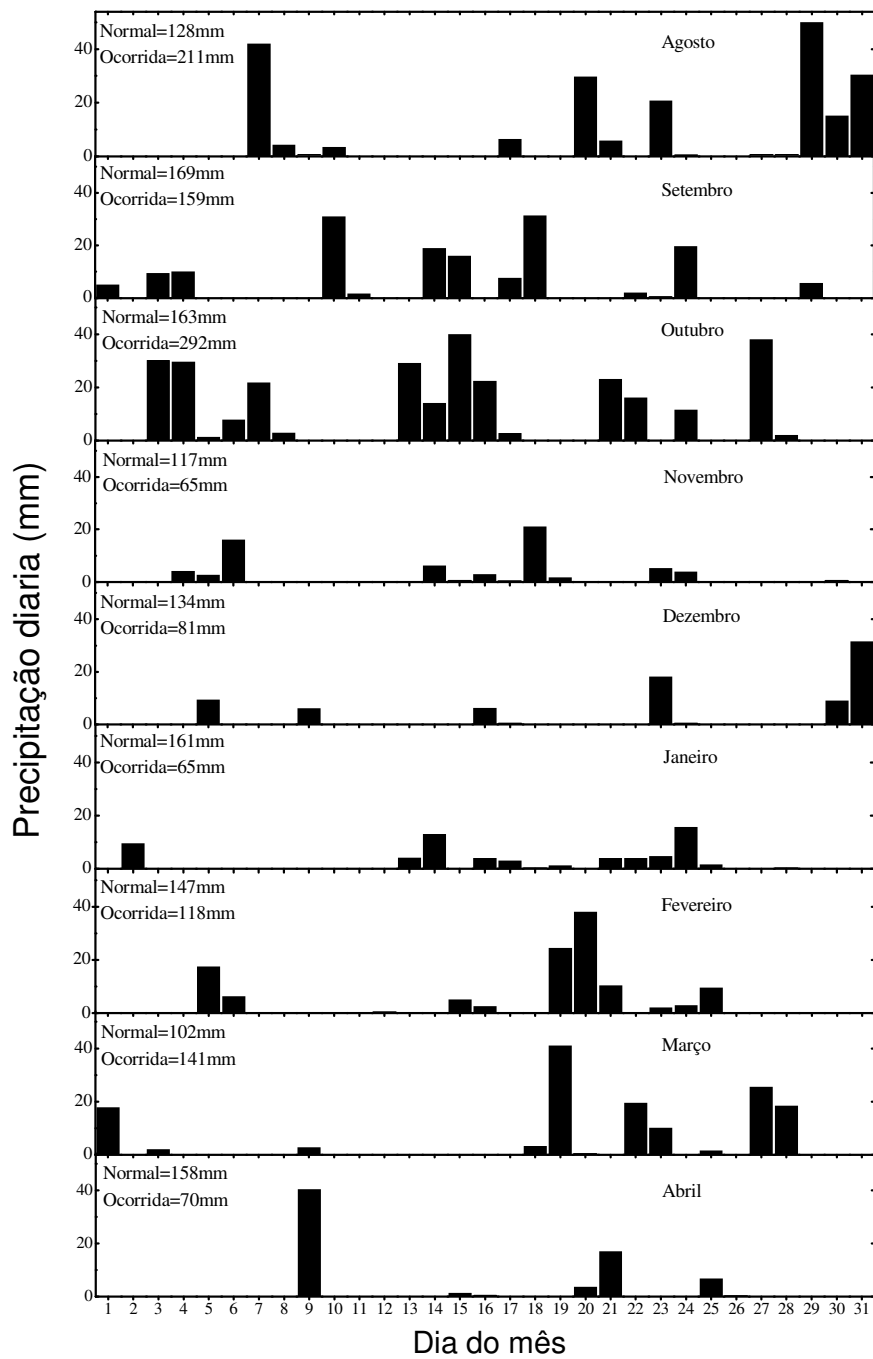


Figura 2.2 - Precipitações diárias e mensais (normais e ocorridas; indicadas no interior das figuras) registradas no Centro de Pesquisa em Agroindústria, localizado no município de Caxias do Sul-RS, com latitude 29°07' 19"S, longitude 50°59'03"W e altitude de 760m.

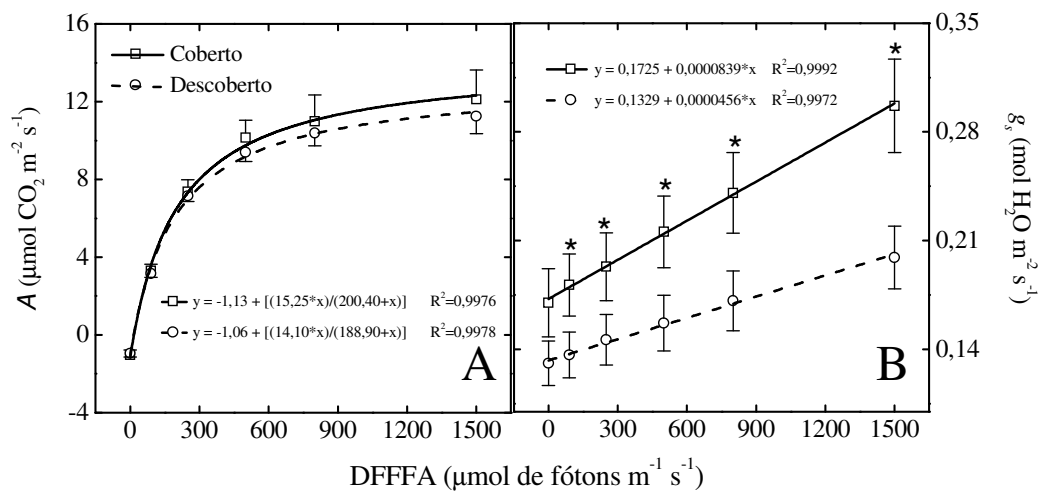


Figura 2.3 - Curva potencial da fotossíntese (A) (A) e condutância estomática (g_s) (B) em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto, no dia 30/01/2006, com o incremento na densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA). As barras indicam o valor médio ($n=4$) \pm erro padrão. A simbologia “*” indica diferença significativa entre tratamentos, para cada valor de DFFFA, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

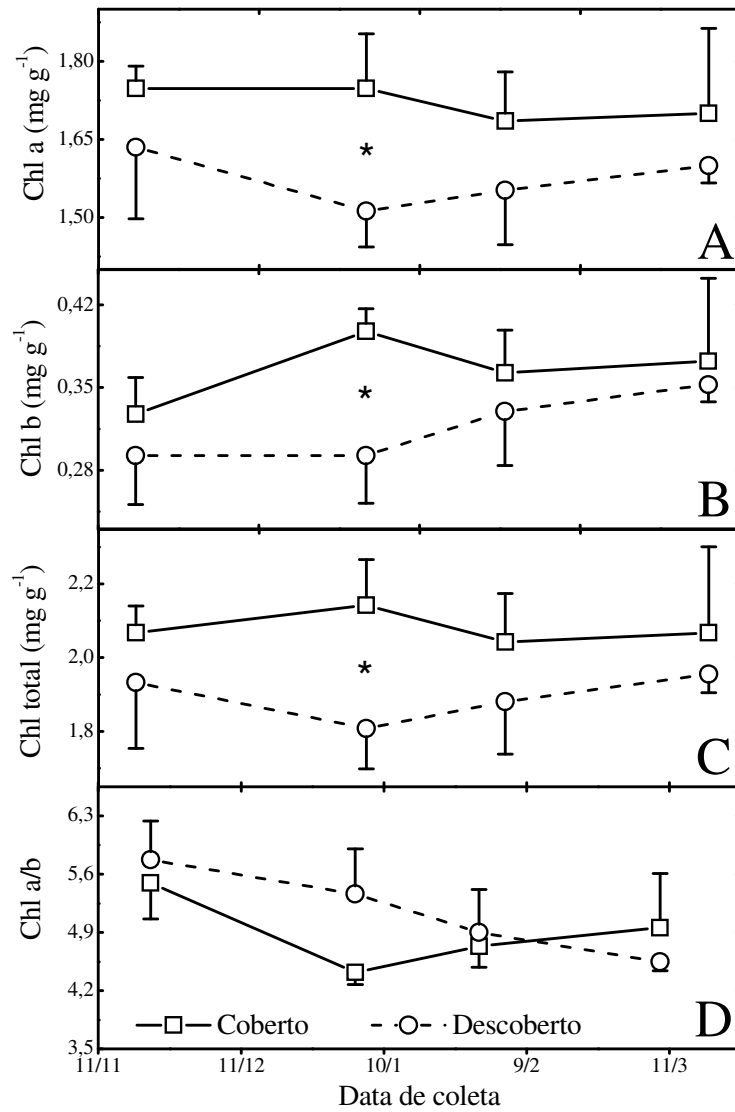


Figura 2.4 - Teores de clorofila *a* (Chl *a*) (A), *b* (Chl *b*) (B) e total (Chl total) (C), e relação clorofila *a/b* (Chl *a/b*) (D), em videiras ‘Cabernet Sauvignon’ provenientes de ambientes coberto e descoberto. As barras indicam o valor médio (n=4) ± erro padrão.

3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da cobertura plástica em videiras reduz a radiação fotossinteticamente ativa e a disponibilidade hídrica nas camadas superficiais do solo, aumenta o crescimento vegetativo dos ramos, porém não influencia a produtividade e o potencial hídrico foliar de base. Com se observa, a profundidade de análise da disponibilidade hídrica foi muito superficial e com isso mais estudos devem ser feitos em profundidades maiores, pois, segundo alguns autores, o sistema radicular de portas-enxerto pode atingir profundidades superiores a 2,4m. Deve-se também rever a profundidade e a local de adubação, pois as raízes tende a explorar profundidades maiores ou até mesmo a entrelinha de plantio.

Para se cobrir um hectare de videiras o custo com o plástico que pode chegar a R\$ 24.000,00, e o gasto com fungicidas sem a utilização da cobertura plástica pode ser próximo a 10% deste valor (R\$ 2.400,00), existindo assim um déficit de mais de R\$ 21.000,00. Todavia, a cobertura representa uma proteção ao granizo, permitindo assim garantia de renda a médio e longo prazo para o produtor.

É importante destacar que a redução ou inexistência de aplicações de fungicidas nas plantas cobertas pode melhor o produto final, pois os resíduos de produtos aplicados podem prejudicar a fermentação da uva para produção de vinhos. Pode-se ainda explorar um outro nicho de mercado que é o de produtos orgânicos. Outras variáveis analisadas nesse mesmo trabalho, porém não apresentadas, mostram que as videiras produzidas sob cobertura plástica, apresentam maior concentração de açúcares (°Brix), menor acidez total, assim como o vinho produzido possui melhor qualidade físico-química, podendo assim ter maior valor final. O produtor pode ainda trabalhar com turismo rural, e com isso trazer o visitante até a sua propriedade e divulgar seu trabalho diferenciado, podendo dessa forma agregar mais valor. Dessa forma seria muito precoce recomendar ou descartar a utilização de cobertura plástica em videiras para processamento de vinho tinto.

4 – APÊNDICE



Figura 3.1 - Sistema de condução em forma de 'Y' utilizado no trabalho.

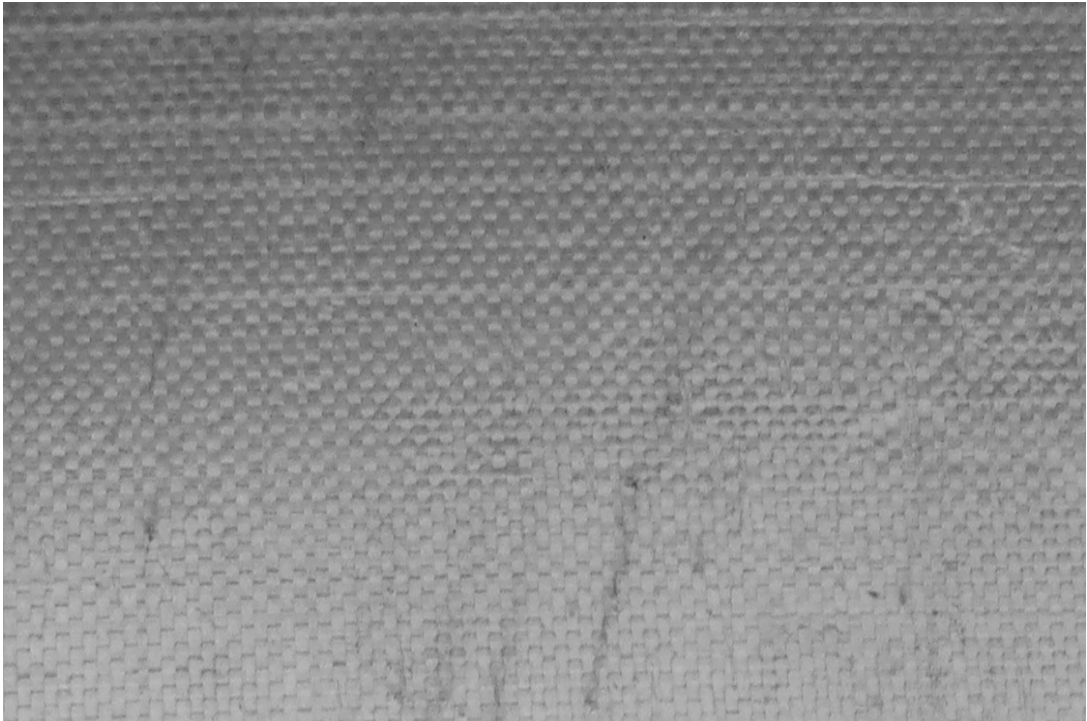


Figura 3.2 - Detalhe do tipo de plástico utilizado para a cobertura.



Figura 3.3 - Detalhe da acomodação da cobertura plástica sobre a estrutura do sistema em 'Y'.